КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО

ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХЪ ЗАНЯТІЙ

ПО МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ БОТАНИКѢ

И

ВВЕДЕНІЕ ВЪ МИКРОСКОПИЧЕСКУЮ ТЕХНИКУ.

Д-РА ЭДУАРДА СТРАСБУРГЕРА,

ПРОФЕССОРА БОТАНИКИ ВЪ БОННѢ.

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО

Л. Рейнгарда и Л. Ришави.

Съ многочисленными дополненіями и измѣненіями текста, сообщенными авторомъ.

СЪ 115 ПОЛИТИПАЖАМИ.

ОДЕССА.

Изданіе книгопродавца Г. Шлейхера.

1885.

Дозволено цензурою. — Одесса, 26 Августа 1885 года.
Типографія А. Шульце, Ланжероновская, № 36.

Въ прошедшемъ году профессоръ Боннскаго университета Э. Страсбургеръ издалъ въ свѣтъ сочиненіе подъ заглавіемъ «Das kleine botanische Practicum für Anfänger», долженствующее служить руководствомъ для практическихъ занятій по микроскопической ботаникѣ. Г. Страсбургеръ предоставилъ мнѣ право перевода этого сочиненія на русскій языкъ и въ тоже время былъ такъ любезенъ, что сообщилъ мнѣ всѣ тѣ измѣненія и дополненія текста, которыя онъ предполагаетъ сдѣлать во второмъ изданіи своей книги. Вслѣдствіе этого предлагаемый ниже переводъ представляетъ собою какъ бы второе изданіе названнаго сочиненія. Считаю долгомъ выразить здѣсь г. Страсбургеру мою глубокую признательность за эту товарищескую любезность.

Желая облегчить свою задачу и по возможности ускорить появленіе въ свѣтъ перевода книги Страсбургера, я обратился къ Л. В. Рейнгарду съ предложеніемъ принять участіе въ этомъ дѣлѣ. Г. Рейнгардъ согласился на это и взялъ на себя трудъ перевести введеніе и I, II, XV—XXXI упражненія; остальное переведено мною.

Переводъ нашъ является въ печати благодаря одесскому книгопродавцу г. Шлейхеру, который въ послѣднее время выказываетъ весьма похвальное стремленіе издавать переводы хорошихъ иностранныхъ руководствъ по естественнымъ наукамъ, не стѣсняясь необходимыми для этого значительными затратами.

Л. Ришави.

Одесса,
5-го Сентября 1885 г.

Предисловіе.

Въ первой половинѣ настоящаго года я издалъ книгу подъ заглавіемъ «Botanisches Practicum», задача которой состоитъ въ томъ, чтобы ввести въ микроскопическую технику начинающаго и служить дальнѣйшимъ руководствомъ для болѣе опытнаго. На микроскопическую технику въ этой книгѣ было обращено особенное вниманіе. Соотвѣтственно своему широкому назначенію „Botanisches Practicum“ достигло значительныхъ размѣровъ, и это побудило меня изготовить новое изданіе этой книги, разсчитанное только для потребностей начинающаго. Такое сокращенное изданіе и представляется теперь въ видѣ «Kleines botanisches Practicum» и, надѣюсь, удовлетворитъ своему назначенію.

«Das kleine botanische Practicum» предназначается исключительно для начинающихъ. Оно посвящается тѣмъ, которые, не разсчитывая сдѣлаться спеціалистами по Ботаникѣ, желаютъ познакомиться съ основаніями научной Ботаники. Въ то-же время, оно знакомитъ начинающаго съ микроскопической техникою. Ботаническія работы съ микроскопомъ особенно удобны для подобной цѣли и всѣ тѣ, которымъ необходимо знакомство съ микроскопической техникою, должны-бы начинать съ изученія посредствомъ микроскопа ботаническихъ объектовъ.

Задача, подлежащая рѣшенію начинающаго, раздѣлена въ настоящей книгѣ на 32 упражненія, которыя соотвѣтствуютъ приблизительно числу практическихъ занятій съ начинающими въ одинъ университетскій семестръ. Предполагается, однако, что каждое такое упражненіе продолжается нѣсколько часовъ, въ теченіи которыхъ возможно достаточно основательно пройти

содержаніе одного упражненія. Трудность задачи увеличивается съ перваго до послѣдняго упражненія, почти съ непрерывною послѣдовательностію. Первое упражненіе предполагаетъ въ начинающемъ совершенное незнакомство съ инструментами, которые имѣютъ быть въ употребленіи. Напротивъ того, предполагается, что начинающій уже знакомъ съ содержаніемъ какого-нибудь новѣйшаго учебника Ботаники, или прослушалъ общій курсъ Ботаники. При такой подготовкѣ, начинающій въ состояніи вработаться въ микроскопическую Ботанику, а вмѣстѣ съ тѣмъ и въ микроскопическую технику, даже безъ посторонней помощи, но при посредствѣ одной этой книги.

Необходимый для изслѣдованія матеріалъ выбранъ такъ, чтобы каждый легко могъ его добыть. Очень часто я указываю на употребленіе алкогольнаго матеріала, который ставитъ работу наблюдателя въ болѣе или менѣе независимое отъ времени года положеніе. Но такъ какъ тотъ и другой матеріалъ долженъ быть своевременно заготовленъ, иногда за нѣсколько мѣсяцевъ до наблюденія, то въ особомъ указателѣ обращается вниманіе практиканта на необходимыя для его работъ растенія и на то состояніе, въ которомъ онѣ должны быть подвергнуты наблюденію. Но имѣющійся уже матеріалъ нерѣдко долженъ быть подвергнутъ необходимой для изслѣдованія предварительной обработкѣ за нѣсколько часовъ до работы, часто даже за день, а потому, практикантъ хорошо сдѣлаетъ, если заблаговременно познакомится съ содержаніемъ предстоящаго упражненія.

Принятые къ употребленію реактивы перечислены въ особомъ спискѣ. Эти реактивы необходимо заготовить до начала изслѣдованій. Для спеціальныхъ гистологическихъ реактивовъ въ этомъ спискѣ указано и приготовленіе ихъ. Въ большинствѣ случаевъ можно начинающему совѣтовать, чтобы онъ пріобрѣлъ реактивы уже готовыми у одной изъ указанныхъ въ началѣ списка фирмъ.

Употребленіе инструментовъ и примѣненіе реактивовъ поясняются на примѣрахъ, а потому указанія въ этомъ отношеніи разсѣяны въ текстѣ; но общій указатель составленъ настолько подробно, что наблюдателю не трудно будетъ отыскивать отдѣльныя указанія по мѣрѣ надобности.

На методы изслѣдованія схизомицетовъ, которые, въ ка-

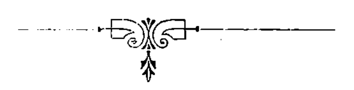
чествѣ ботаническихъ объектовъ, тоже должны были войти въ эту книгу, я обратилъ особенно тщательное вниманіе. Правда, я не могъ всей этой области обработать достаточно подробно, но полагаю, что сдѣланныхъ указаній будетъ достаточно, чтобы подготовить наблюдателя ко всевозможнымъ изслѣдованіямъ въ этомъ родѣ.

Всѣ фигуры настоящаго сочиненія срисованы мною съ натуры, первоначально для изданія болѣе подробнаго «Botanisches Practicum». Всѣ указанія въ текстѣ, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда въ нихъ сообщается уже извѣстное, основаны на собственныхъ изслѣдованіяхъ. Въ концѣ каждаго упражненія указана относящаяся къ содержанію этого послѣдняго литература, изъ которой начинающій можетъ почерпнуть болѣе подробныя свѣдѣнія.

Боннъ, въ октябрѣ 1884.

Эдуардъ Страсбургеръ.

Содержаніе.



Введеніе.

Слушатель высшаго учебнаго заведенія находитъ въ ботаническихъ институтахъ тѣ инструменты, которые необходимы для его занятій. Тому, кто не состоитъ въ подобномъ заведеніи, но желаетъ при помощи этой книги познакомиться съ микроскопическою ботаникою, равно какъ и тому, который непремѣнно желаетъ имѣть собственный инструментъ, я предлагаю одну изъ нижеслѣдующихъ комбинацій, составленныхъ по новѣйшимъ оптическимъ каталогамъ.

C. Zeiss въ Іенѣ, штативъ VIIa, съ окулярами 2, 4 и 5 и объективами (объективными системами или, короче, системами) B и D, цѣна 158 марокъ. Этотъ инструментъ даетъ увеличенія отъ 70 до 580 разъ.

E. Leitz въ Ветцларѣ, съ окуляромъ I и III и объективами 3 и 7, въ послѣднемъ каталогѣ 1881 г. обозначенъ № 17, стоитъ 110 мар. Даетъ увеличеніе отъ 80 до 500 разъ.

W. и H. Seibert въ Ветцларѣ, комбинація, обозначенная въ каталогѣ подъ № 7, подъ именемъ «простаго микроскопа», съ окулярами I и III и объективами II и Va, увеличиваетъ отъ 70 до 610 разъ; безъ микрометра стоитъ 115 мар.

L. Bénèche въ Берлинѣ, 3 w. Grossbeerenstrasse 19, штативъ C, окуляры 2 и 3, объективы 4 и 7, увеличеніе 60—350 разъ, стоитъ 120 мар.

E. Hartnack въ Потсдамѣ, Waisenstrasse 39, штативъ VIII, окуляры 2 и 4, объективы 4 и 8 (прежней конструкціи), увеличеніе отъ 50 до 600 разъ, цѣна 164 марки.

I. Klönne et G. Müller въ Берлинѣ S. Prinzenstrasse 71. Штативъ 17 (студенческій микроскопъ съ желѣзною подковообразною ножкою), окуляры II и V, объективы 5 и 7, увеличеніе 70—600, съ предметнымъ микрометромъ, цѣна 100 мар. Штативъ 16, сдѣланный весь изъ желтой мѣди, стоитъ на 15 мар. дороже.

T. W. Schieck въ Берлинѣ S. W. Hallesche Strasse 14, штативъ F, окуляры 0 и 2, объективы 3 и 7, увеличеніе 70—550, цѣна 135 мар.

Fr. Schmidt и Haensch въ Берлинѣ, S. Stallschreiberstrasse 4, штативъ № 7, съ окулярами и объективами 2 и 4, увеличеніе отъ 20 до 500 разъ, цѣна 135 мар.

R. Winkel въ Гёттингенѣ, штативъ (каталогъ 1884 г.) окуляры 2 и 5, объективы 3 и 7, увеличеніе 80 — 660 разъ, цѣна 140 мар.

S. Plösl & Co., Wien IV, Goldegggasse 6, микроскопъ № 4, съ окулярами 2 и 4 и объективами III и VII, увеличеніе отъ 60 до 600, цѣна 75 австрійскихъ флориновъ.

C. Reichert въ Вѣнѣ, VIII Bennogasse 26. Средній штативъ № III, съ окулярами II и IV и объективами 3 и 7, увеличеніе 65—440, цѣны отъ 80 австрійскихъ флориновъ.

Bézu, Hausser & Co. въ Парижѣ, rue Bonaparte 1, наслѣдники фирмы Hartnack & Prazmowski, производятъ такіе же инструменты, какіе указаны нами у E. Hartnack'а въ Потсдамѣ, и по тѣмъ же цѣнамъ.

C. Vérick въ Парижѣ, rue de la Parcheminerie 2 (каталогъ 1882 г.), модель 5, отгибающійся, съ вращающейся діафрагмою и вытяжною трубкою, съ двумя окулярами, 1 и 3, и двумя объективами, 2 и 7, увеличеніе отъ 60 до 570 разъ. Цѣна 165 франковъ. Штативъ модель 4, тоже отгибающійся, съ цилиндрическими діафрагмами, вытяжною трубкою, допускаетъ употребленіе освѣтительныхъ и поляризаціонныхъ приборовъ. Съ тѣми же окулярами и объективами 2, 6 и 7, увеличеніе отъ 60 до 780 разъ, стоитъ 260 франковъ. Безъ объектива 7 стоитъ приблизительно на 50 фр. дешевле. Эти два инструмента въ настоящее время особенно распространены во Франціи.

A. Nachet въ Парижѣ, rue St. Severin 17, (каталогъ 1881 г.). Штативъ № 8, окуляръ 1 и 3, объективы 3 и 6. Увеличеніе отъ 80 до 550. Цѣна около 180 фр. Предложенная здѣсь комбинація въ каталогѣ не приводится и вмѣсто штатива № 8 указывается № 10, который не имѣетъ діафрагмы и потому не можетъ быть рекомендованъ. Штативъ № 8 можно отгибать и онъ снабженъ цилиндрическими діафрагмами. Совершенно сходенъ съ штативомъ № 8 штативъ № 9, но имѣетъ пластинчатую діафрагму. Цѣна послѣдняго, съ окуляромъ 1 и 3, объективомъ 3 и 6 и освѣтительнымъ стекломъ 160 фр.

Англійскіе микроскопы извѣстныхъ фирмъ Ross & Co, New Bond Street 112 и Powell and Lealand, Euston Road 170, въ Лондонѣ, равно какъ и американскіе Zentmeyer'а въ Филадельфіи, South Fourth Street 147, значительно дороже указанныхъ до сихъ поръ и потому для начинающаго представляютъ меньшій интересъ. Притомъ, большая часть англійскихъ и американскихъ штативовъ устроена сложнѣе, чѣмъ это необходимо и въ нихъ передвигается посредствомъ винтовъ то, что гораздо удобнѣе можетъ быть передвинуто пальцами. Больш

всего можно рекомендовать «Students Monocular Microscope Stand» № 1, Ross & Co. съ грубою установкою посредствомъ передвиженія трубки и точною установкою при помощи микрометрическаго винта, съ круглымъ, вращающимся стекляннымъ столикомъ, выдвижною трубкою, къ которой приходятся континентальные окуляры, съ однимъ окуляромъ стоитъ 4 £ 10 *s*, діафрагма къ столику 8 *s*, ящикъ къ микроскопу отдѣльно 11 *s*. — Къ нему былъ бы нуженъ One-inch объективъ 15°, стоющій 1 £ 5 *s* и 1—5 th 75°, стоющій 2 £ 2 *s*, всего 8 £ 16 *s*; желателенъ еще другой окуляръ, стоющій 1 £. — Грубая установка при помощи зубчатаго колеса увеличиваетъ цѣну штатива (Students Monocular Microscope-Stand № 2) на 15 *s*.

Число оптическихъ институтовъ, производящихъ хорошіе инструменты, могло бы быть еще увеличено, но я предпочелъ ограничиться наиболѣе извѣстными.

Указанныя комбинаціи таковы, что каждая изъ нихъ — предполагая надлежащее исполненіе со стороны оптика—достаточна для того, чтобы начинающій могъ продѣлать почти всѣ задачи этой книги.

Предложенные штативы допускаютъ употребленіе и болѣе сильныхъ объективовъ, такъ что практикантъ, пріобрѣвшій нѣкоторую опытность въ употребленіи своего инструмента, можетъ усилить его качества, прикупивъ позже одинъ или нѣсколько болѣе сильныхъ объективовъ.—Въ такомъ случаѣ прежде всего можно указать слѣдующіе объективы:

C. Zeiss, объективъ для водной иммерсіи J съ коррекціей 164, безъ коррекціи 144 марки.

E. Leitz, объективъ для водной иммерсіи 9, съ коррекціей 75, безъ нея 63 мар.

J. Klönne и G. Müller, объективъ для водной иммерсіи 9, безъ коррекціи 50 мар.

W. H. Seibert, объективъ для водной иммерсіи VII *a* безъ коррекціи 60, VII *b* съ коррекціей 75 мар.

L. Bénèche, объективъ для водной иммерсіи 10, безъ коррекціи 60, съ коррекціей 90 мар.

E. Hartnack, объективъ для водной иммерсіи 9, съ коррекціей 120 мар.

Fr. Schmidt und Haensch, объективъ для водной иммерсіи 10, съ коррекціей 90 мар.

R. Winkel, объективъ для водной иммерсіи B, съ коррекціей 140 мар.

Plösl & Co, объективъ для водной иммерсіи J, безъ коррекціи 50, съ коррекціей 75 австр. флор.

C. Reichert, объективъ для водной иммерсiи 10, безъ коррекцiи 40, съ коррекцiей 50 австр. флор.

Bézu, Heusser et Co., новый сухой объективъ изъ четырехъ линзъ 9, 90 фр.

C. Vérick, объективъ 9, для водной иммерсiи, съ коррекцiей 150 фр.

A. Nachet, объективъ для водной иммерсiи 9, безъ коррекцiи 100, съ коррекцiей 150 фр.

Ross & Co. (Price-List 1883, p. 12) 1—8 th можетъ быть употребляемъ сухимъ или для водной иммерсiи, стоитъ 8 £ 8 s.

Powell and Lealand (Catalogue 1883) $^1/_8$ для водной иммерсiи 9 £ 9 s.

Начинающiй, если онъ желаетъ сразу прiобрѣсть и иммерсiонную систему, сдѣлаетъ во всякомъ случаѣ лучше, покупая объективъ безъ коррекцiи, такъ какъ правильное употребленiе этой послѣдней требуетъ большой опытности. Но и болѣе опытный, при употребленiи иммерсiонныхъ системъ, которыя здѣсь предложены, можетъ обходиться безъ коррекцiи, такъ какъ послѣдняя для слабыхъ иммерсiонныхъ системъ вообще излишняя. Иммерсiонная система безъ коррекцiи приспособлена къ средней, указываемой оптикомъ, толщинѣ покровныхъ стеколъ, поэтому нужно только прiобрѣсть покровныя стекла соотвѣтственной толщины. Но если имѣются въ распоряженiи подобныя покровныя стекла, тогда и при сильныхъ иммерсiонныхъ системахъ можно обходиться безъ коррекцiи, и послѣдняя окажется нужной только при разсматриванiи готовыхъ препаратовъ, снабженныхъ покровными стеклами иной толщины. Коррекцiонная оправа, если иммерсiонная система снабжена таковою, имѣетъ дѣленiя, намѣченныя цифрами, при помощи которыхъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, возможно сдѣлать установку для опредѣленной толщины покровнаго стеклышка, если она извѣстна.

Кто можетъ затратить болѣе значительную сумму, тотъ сдѣлаетъ хорошо, если сразу купитъ систему для гомогенной иммерсiи. Системы въ $^1/_{12}$ и $^1/_{18}$ англiйскаго дюйма для гомогенной иммерсiи стоятъ у Цейсса 350 и 400 мар.; 1a ($^1/_{12}$), 2 ($^1/_{16}$) и 3 ($^1/_{20}$) у Лейтца — 130, 150 и 200 мар.; у Зейберта XII ($^1/_{12}$), XIII ($^1/_{16}$) и XIV ($^1/_{20}$) — 200, 260 и 320 мар.; у Винкеля $^1/_{10}$, $^1/_{14}$, $^1/_{20}$, $^1/_{24}$ и $^1/_{28}$ — 150, 180, 250, 320 и 500 мар.; у Гартнака I ($^1/_{12}$), II ($^1/_{18}$), III ($^1/_{24}$)—200, 250 и 350 мар.; у Клённе и Мюллера $^1/_{10}$, $^1/_{12}$, $^1/_{16}$ и $^1/_{20}$ — 120, 150, 230 300 мар.; у Шика $^1/_9$, $^1/_{12}$, $^1/_{18}$ и $^1/_{24}$—90, 120, 200 и 300 мар.; у Рейхерта $^1/_{15}$ и $^1/_{20}$—100 и 150 австр. флор.; у Верика 9 ($^1/_{12}$), 10 ($^1/_{16}$) и 12 ($^1/_{21}$) — 200, 250 и 350 фр.; подобныя же цѣны и у другихъ континентальныхъ оптиковъ. Напротивъ, англiйскiя

системы стоятъ дороже; у Повеля и Леланда $^1/_8$ до $^1/_{25}$ стоятъ отъ 12 до 30 £.—Системы эти безъ коррекціи, потому что толщина употребительныхъ покровныхъ стеколъ для нихъ почти безразлична. Эти системы допускаютъ употребленіе гораздо болѣе сильныхъ окуляровъ, чѣмъ системы сухія и даже для водной иммерсіи, такъ что съ одной подобной системой, положимъ въ $^1/_{12}$, перемѣною окуляровъ достигаютъ тѣхъ же результатовъ, какія получаются отъ нѣсколькихъ системъ для водной иммерсіи. Такимъ образомъ одна система для гомогенной иммерсіи, если она хорошо сдѣлана, можетъ замѣнить нѣсколько системъ другаго рода. Самые лучшіе результаты даютъ системы для гомогенной иммерсіи однако при употребленіи освѣтительнаго прибора Аббе, который можетъ быть приспособленъ только къ большимъ, слѣдовательно, къ болѣе дорогимъ штативамъ. Наиболѣе дешевый штативъ такого рода у Цейсса, это № Va, который стоитъ безъ освѣтительнаго прибора Аббе 95 мар., а съ этимъ приборомъ—150 мар. Верхняя часть этого штатива (столикъ и вышележащія части)не вращается вокругъ оптической оси; а такъ какъ такое устройство имѣетъ несомнѣнно большія преимущества, то слѣдуетъ отдать предпочтеніе штативу II, съ вращеніемъ вокругъ оптической оси. Штативъ этотъ стоитъ вмѣстѣ съ освѣтительнымъ приборомъ Аббе 250 мар. У Лейтца наиболѣе дешевый штативъ, допускающій примѣненіе освѣтительнаго прибора Аббе, есть штативъ Ib, безъ вращенія, и стоитъ 90 мар.; освѣтительный приборъ къ нему стоитъ еще 50 мар. У Зейберта освѣтительный приборъ можетъ быть приспособляемъ до штатива 4 включительно, который стоитъ тоже 90 мар., а освѣтительный приборъ къ нему — 54 мар. У Рейхерта освѣтительный приборъ Аббе стоитъ 30 флориновъ и можетъ быть примѣняемъ къ штативамъ I, II, II^b и II^c (послѣдній стоитъ 64 флор.). У Винкеля измѣненный въ своей конструкціи освѣтительный аппаратъ Аббе, стоющій 68 мар., можетъ быть приспособляемъ къ штативамъ 1—2, изъ которыхъ послѣдній стоитъ 98 мар. Для болѣе крупныхъ штативовъ назначены также усовершенствованные освѣтительные приборы Дюжардена, предлагаемые Гартнакомъ и Безю, Гауссеромъ и К^0 (цѣна 40—50 мар.). Подобный же освѣтительный приборъ предлагаетъ Верикъ за 50 фран. Подобныя же условія находимъ и у другихъ оптиковъ. Слѣдуетъ еще упомянуть о томъ, что Винкель конструируетъ весьма удобные освѣтительные приборы, стоющіе 48 мар., безъ зацѣпки 38 мар., они назначены для его штативовъ 3 до 5^a, изъ которыхъ послѣдній стоитъ 75 мар. — Кромѣ того Винкель предлагаетъ освѣтительные приборы меньшей величины для малыхъ штативовъ, вставляющіеся въ цилиндры для діафрагмъ; приборъ съ діафрагмой для концентрическаго освѣщенія и для темнаго поля зрѣнія стоитъ 14 мар.,

безъ таковой 10 мар., также и Зейбертъ конструируетъ освѣтительные приборы весьма простаго устройства, стоющіе 15 мар., которые можно примѣнять къ каждому штативу имѣющему цилиндръ для діафрагмъ. — Клённе и Мюллеръ предлагаютъ маленькіе освѣтительные приборы за 30 мар.; они примѣнимы къ ихъ штативамъ до № 8 включительно. Рейхертъ изготовляетъ, для рекомендованнаго уже штатива III, весьма хорошій освѣтительный приборъ, допускающій всѣ модификаціи прямаго и косаго освѣщенія и стоющій 20 флор.; онъ же даетъ простой конденсоръ для всѣхъ штативовъ съ цилиндрическими діафрагмами за 6 флор. — Въ каталогѣ Наше предлагается конденсоръ для косаго освѣщенія и для темнаго поля зрѣнія за 25, 15 и 15 фр. Но даже и съ маленькими перечисленными мною штативами, системы для гомогенной иммерсіи и безъ спеціальныхъ освѣтительныхъ приборовъ могутъ быть употребляемы съ большою пользою.

Объективы одной оптической мастерской можно употреблять со штативами другой мастерской, тѣмъ болѣе, что большинство оптиковъ снабжаютъ теперь трубку микроскопа одной и той же нарѣзкою «society-screw». При заказѣ объектива на континентѣ для микроскопа, имѣющаго трубку употребительной на континентѣ длины (150—170 *mm.*), нѣтъ надобности обозначать длину трубки; напротивъ, это необходимо, если длина трубки болѣе указанной нормы. Особенно необходимо соблюдать это при заказѣ объективовъ для гомогенной иммерсіи.

Изложеніе теоріи полученія микроскопическаго изображенія не входитъ въ кругъ моей задачи и въ этомъ отношеніи я ограничиваюсь указаніемъ на учебники физики и спеціальныя сочиненія о микроскопѣ. [1]) Напротивъ того, задача моя состоитъ въ томъ, чтобы познакомить начинающаго съ главнѣйшими данными микроскопической ботаники, съ употребленіемъ микроскопа и микроскопическою техникою. Эти наставленія должны быть сдѣланы при самомъ изученіи предметовъ; и чтобы разсѣянныя въ текстѣ указанія, въ случаѣ надобности, легко могли быть находимы, я даю въ концѣ книги подробный указатель.

Кромѣ сложнаго микроскопа, который мы до сихъ поръ исключительно имѣли въ виду, необходимъ еще и простой, такъ называемый, препарирный микроскопъ или симплексъ. Большой препарирный микроскопъ (№ 107 въ каталогѣ Цейсса 1883 г.) съ принадлежащей къ нему системою линзъ, которая при сравнительно большомъ фокусномъ разстояніи даетъ увеличенія въ 15, 20, 30, 40, 60 и 100 разъ, стоитъ у Цейсса 80 мар. Но для цѣлей этой книги достаточенъ уже и гораздо болѣе простой малый препарирный штативъ (№ 111 каталога), въ 18 марокъ, съ одной лупой, дающей увеличенія въ 5 и 10 разъ (№ 112) и

стоющею 6 мар., однимъ дублетомъ, увеличивающимъ 15 разъ и другимъ, съ увеличеніемъ въ 30 разъ (№ 113), по 6 мар. каждый. Употребляемая съ этимъ штативомъ лупа можетъ служить также и въ качествѣ ручной лупы. Подобные большіе и малые микроскопы изготовляются по той же приблизительно цѣнѣ и другими оптиками.

Вмѣсто симплекса можетъ служить и обращающая изображеніе призма (prisme redresseur) Наше, которую насаживаютъ на сложный микроскопъ. У Нашé эта призма (25 фр.) соединена съ окуляромъ (стоитъ вмѣстѣ съ окуляромъ 35 фр.), также точно у Зейберта (съ окуляромъ 30 мар.); у Цейсса (безъ окуляра 18 мар.) она надѣвается при помощи тарелкообразной оправы на 2-й окуляръ. — Для такой цѣли служитъ и обращающій изображеніе окуляръ (oculaire redresseur à prisme et à vision dirécte) стоитъ у Пражмовскаго (Bézu, Hausser & Co.) 35 фр. Препарированіе со сложнымъ микроскопомъ имѣетъ, при очень мелкихъ объектахъ, то преимущество, что послѣднихъ не теряютъ изъ виду и что, слѣдовательно, не надо ихъ предварительно отыскивать, какъ при перенесеніи изъ подъ сложнаго микроскопа подъ симплексъ и наоборотъ. Препарированіе съ обращающимъ изображеніе окуляромъ врядъ ли труднѣе. чѣмъ съ симплексомъ; напротивъ, при употребленіи обращающей изображеніе призмы вначалѣ затрудняетъ то, что приходится смотрѣть не прямо внизъ, по направленію къ рукамъ, но на искось впередъ. Обращающая изображеніе призма, если надѣта на какой нибудь другой окуляръ, а не на 2., уменьшаетъ поле зрѣнія. Сложный микроскопъ, который такимъ образомъ употребляютъ для препарированія, долженъ быть снабженъ соотвѣтственно болѣе слабыми объективами; могутъ быть рекомендованы для этой цѣли объективы a_1 и a_3 Цейсса, стоющіе по 12 мар., или другія равно слабыя системы.

Къ необходимѣйшимъ принадлежностямъ микроскопическаго изслѣдованія принадлежитъ хорошая лупа, такъ при помощи послѣдней часто нужно бываетъ сначала оріентироваться относительно предмета, который затѣмъ имѣетъ быть изслѣдованъ съ болѣе сильнымъ увеличеніемъ. Если препарирный микроскопъ снабженъ лупами, то эти послѣднія, какъ уже было упомянуто, могутъ служить и ручными лупами. Но въ такомъ случаѣ можно бы посовѣтовать пріобрѣсть еще лупу, увеличивающую около 6 разъ. Очень хороши, но соотвѣтственно дороги (12—15 мар.), апланатическія лупы (№ 115 и 115ª Цейссовскаго каталога).

Въ качествѣ рисовальной призмы (camera lucida) для употребленія съ микроскопомъ я больше всего рекомендую новую камеру люциду по Аббе (каталогъ Цейсса № 64), которая сто-

итъ 30 мар., или камеру люциду съ двумя призмами (№ 65 Цейссовскаго каталога), стоющую 21 мар. Первая спеціально приспособлена Цейссомъ ко 2 окуляру, на который она надѣвается; во время наблюденія ее снимаютъ. Вторая надвигается при помощи кольца на трубку микроскопа или на окуляръ; она требуетъ рисованія на наклонной плоскости, но представляетъ то преимущество, что ее не надо снимать съ микроскопа, а только отодвигать во время наблюденія въ сторону. Для обоихъ приборовъ необходимъ рисовальный пюпитръ, именно для камеры Аббе, горизонтальный, а для рисовальной призмы наклонный подъ угломъ приблизительно въ 25^0. Высота пюпитра вообще должна быть равной высотѣ столика микроскопа, но дальнозоркіе или близорукіе должны сообразовать ее съ разстояніемъ, на которомъ они наиболѣе ясно видятъ.

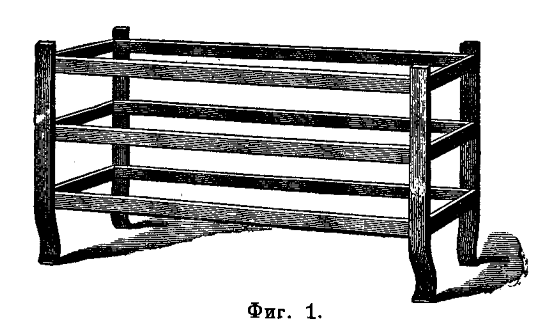
Далѣе, необходимъ еще маленькій предметный микрометръ, который у Цейсса стоитъ 10 мар. (№ 46 каталога) и представляетъ миллиметръ, раздѣленный на 100 частей. Приблизительно столько же стоитъ онъ и у другихъ оптиковъ.

Каждый твердо стоящій столъ можетъ быть употребленъ для микроскопированія, но надо обращать вниманіе, чтобы онъ не былъ слишкомъ малъ и не имѣлъ блестящей поверхности. Лучше всего окрасить поверхность стола въ черный цвѣтъ. Столъ помѣщаютъ такъ, чтобы микроскопъ находился на разстояніи $1^1/_2$ или 2 метровъ отъ окна. Всякое положеніе окна годится, если оно открыто. Отъ непосредственнаго солнечнаго свѣта защищаются бѣлой шторой, которую лучше всего сдѣлать изъ прозрачнаго полотна или кальки. Яркій бѣлый свѣтъ, получающійся въ томъ случаѣ, когда на бѣлую штору падаетъ непосредственный солнечный свѣтъ, представляется самымъ лучшимъ для наблюденій съ сильными увеличеніями.

Необходимыя предметныя и покровныя стекла пріобрѣтаютъ у Heinrich Vogel'я въ Гиссенѣ, P. Stender'a въ Лейпцигѣ, Königsstrasse 11, E. Kaiser'a въ Берлинѣ, Albrechtstrasse 18, H. Boecker'a въ Ветцларѣ, C. Zeiss'a въ Іенѣ и у многихъ др. При покупкѣ предметныхъ стеколъ слѣдуетъ избирать или гиссенскій, или англійскій форматъ. Предметныя стекла гиссенскаго формата имѣютъ 48 *mm.* длины и 28 *mm.* ширины. Гиссенскій форматъ имѣетъ преимущество въ томъ отношеніи, что не выдается за край столика микроскопа и потому предохраненъ отъ толчковъ. Англійскій форматъ въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ удобнѣе.—Для обыкновенныхъ наблюденій слѣдуетъ брать квадратныя покровныя стекла, сторона которыхъ равна 18 *mm.*; но надо имѣть и большей величины, для особенно крупныхъ объектовъ, а также и меньшія, которыя могутъ годиться при заклеиваніи препаратовъ. Если имѣются сильные объективы, то

хорошо пріобрѣсть для нихъ покровныя стекла опредѣленной толщины.

Далѣе, необходимо имѣть нѣсколько плоскихъ и нѣсколько обыкновенныхъ бритвъ; тонкій и толстый стальной пинцетъ; маленькія, остроконечныя препарирныя ножницы, нѣсколько ручекъ для иголъ, въ родѣ тѣхъ, какія употребляются для тамбурныхъ крючковъ, но такого устройства, чтобы онѣ могли держать самыя тонкія иголки; къ этимъ ручкамъ — англійскія иголки № 8 и выше; нѣсколько скальпелей; нѣсколько маленькихъ кисточекъ; маленькій ручной зажимъ, вродѣ употребляемыхъ часовыми мастерами; нѣсколько пипетъ; стекляныя трубочки и стекляныя палочки; часовыя стекла различной величины и соотвѣтственныхъ размѣровъ стекляныя пластинки, чтобы ихъ накрывать; низкіе стекляные колпаки, для устройства влажныхъ камеръ; цинковыя этажерки, вродѣ изображенной (фиг. 1) въ половину натуральной величины, которыя



Фиг. 1.

ставятъ подъ колпакъ и на которыхъ помѣщаютъ предметныя стекла; два соотвѣтственно высокихъ колпака, чтобы накрывать сложный и простой микроскопы; наконецъ, бузинную сердцевину.

Списокъ необходимыхъ реактивовъ приведенъ въ концѣ этой книги.

Для храненія микроскопическихъ препаратовъ рекомендовались различнѣйшіе ящики и ихъ изготовляетъ въ различной формѣ, напр. Theodor Schröter въ Лейпцигѣ. Особенно удобными кажутся мнѣ ящики около 7 *cm.* вышины, съ открывающейся передней стороной и снабженные пятнадцатью лежащими одна на другой картонными пластинками. Каждая картонная пластинка раздѣлена наклеенными на нее картонными рамками на десять клѣтокъ, въ которыхъ помѣщается соотвѣтственно и десять препаратовъ. Преимущество такого устройства заключается въ томъ, что препараты лежатъ горизонтально и легко

могутъ быть осматриваемы. Но предметныя стекла должны быть снабжены предохранительными поперечными пластинками, чтобы они не страдали, напр. при случайномъ перевертываніи ящика.—Эти ящики удобны также и для предварительнаго храненія еще незаклеенныхъ препаратовъ, на сколько эти послѣдніе не подвергаются высыханію.

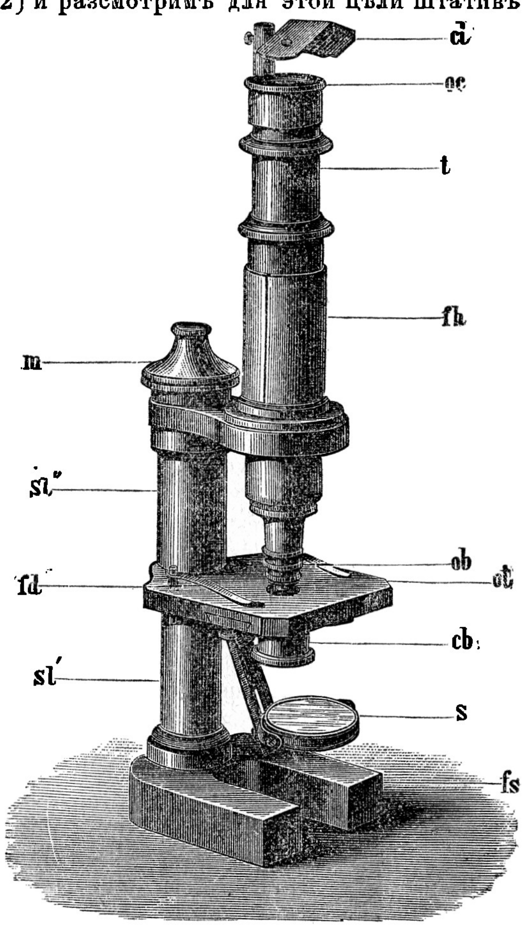
Примѣчаніе къ введенію.

[1]) Преимущественно для ботаниковъ: Naegeli und Schwendener, das Mikroskop. 2. Aufl. 1877. Dippel, das Mikroskop. 2. Aufl. 1882. и Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie 1885. Behrens, Hilfsbuch etc. 1883.

I. Упражненіе.

Употребленіе микроскопа. Строеніе крахмала.

Познакомимся прежде всего съ отдѣльными частями сложнаго микроскопа (фиг. 2) и разсмотримъ для этой цѣли штативъ Цейсса VII^a. Въ этомъ штативѣ должно различать: подковообразную ножку *fs*, столбикъ *sl*, предметный столикъ *ot*, гильзу *fh*, трубку *t*, зеркало *s* и микрометрическій винтъ *m*.



Фиг. 2. Штативъ VIIa Цейсса съ рисовальною призмою *cl* 1/3 наст. вел., *fs* ножка, *sl'* нижняя, *sl''* верхняя часть столбика, *ot* предметный столикъ, *cb* цилиндрическія діафрагмы, *fd* нажимы, *s* зеркало, *m* микрометрическій винтъ, *fh* гильза, *t* трубка, *ob* объективъ, *oc* окуляръ.

Зеркальная оправа соединяетъ два зеркала, съ одной стороны плоское, съ другой вогнутое. Первое употребляютъ при слабыхъ, второе — при болѣе сильныхъ увеличеніяхъ. Столикъ снабженъ по срединѣ круглымъ отверстіемъ, которое служитъ для прохожденія отраженнаго зеркаломъ свѣта. Подъ этимъ отверстіемъ находятся въ данномъ случаѣ цилиндрическія діафрагмы. Онѣ укрѣплены въ салазкахъ, которыя можно выдвигать сбоку изъ предметнаго столика. Салазки снабжены цилиндрическою гильзою, въ которую вставляется двпжущійся въ верхъ и въ низъ ци-

линдръ. Въ верхнее отверстiе этого цилиндра вставляютъ необходимыя дiафрагмы, которыми снабженъ инструментъ. Подвижный цилиндръ вдвигаютъ въ салазки сначала на столько, чтобы возможно было вдвинуть салазки, затѣмъ подвигаютъ его въ верхъ, пока верхняя поверхность дiафрагмы не сравняется съ верхнею поверхностью предметнаго столика. При помощи этихъ дiафрагмъ регулируютъ соотвѣтственно потребности освѣщенiя, но для начала мы предпочитаемъ вынуть цилиндръ съ дiафрагмой изъ его гильзы совершенно. Въ среднемъ штативѣ Лейтца гильза, служащая для помѣщенiя цилиндра съ дiафрагмами, прикрѣплена на нижней сторонѣ предметнаго столика къ вращающемуся рычагу и для перемѣны дiафрагмъ можетъ быть выдвигаема наружу. Цейссовскiе штативы VII^b и VIII снабжены, вмѣсто цилиндрическихъ дiафрагмъ, выпуклою, эксцентрически прикрѣпленною круглою пластинкою, которую вращаютъ, чтобы поставить въ оптической оси микроскопа различной величины отверстiя. На предметномъ столикѣ вставлены нажимы (*fd*), которые служатъ для укрѣпленiя предметнаго стекла. Мы сначала удалимъ ихъ совершенно, если это возможно. — Трубка *t* передвигается въ гильзѣ *fh*. Только въ большихъ штативахъ не бываетъ гильзы и трубка движется при помощи зубчатаго колеса.—Вынимаемъ трубку изъ гильзы и навинчиваемъ на нее слабый объективъ, напр. В Цейсса, 3 Лейтца и т. п. Узнается же болѣе слабый объективъ по большей величины переднему его стеклу. Затѣмъ трубку снова вставляемъ въ гильзу и приближаемъ объективъ къ предметному столику на столько, чтобы онъ отстоялъ отъ послѣдняго всего на 1 *cm*. Въ верхнiй конецъ трубки вставляемъ теперь окуляръ 2, который мы преимущественно употребляемъ при Цейссовскомъ инструментѣ, да и съ микроскопами другихъ фирмъ слѣдуетъ употреблять преимущественно слабые окуляры. — Изображенную на фигурѣ надъ окуляромъ рисовальную призму *cl* мы пока оставимъ въ сторонѣ. — Инструментъ нашъ помѣщаемъ противъ окна, на разстоянiи приблизительно въ полтора или два метра, теперь, глядя въ окуляръ, до тѣхъ поръ измѣняемъ положенiе зеркала, пока поле зрѣнiя микроскопа не будетъ равномѣрно и хорошо освѣщено. При этомъ необходимо обращать вниманiе на то, чтобы зеркало не было выведено изъ оси инструмента (какъ это напр. представлено на фигурѣ) въ передъ или въ бокъ, такъ какъ мы будемъ производить наблюденiя при прямомъ освѣщенiи. Напротивъ того, смотря потому, какой силы освѣщенiе мы желамъ имѣть, можно зеркало двигать вверхъ или внизъ, такимъ образомъ приближая или удаляя его отъ предметнаго столика.

Теперь вытираютъ на-чисто предметное стекло и помѣщаютъ на немъ каплю колодезной воды.

Затѣмъ, для изслѣдованія, возьмемъ картофельный клубень. Разрѣзываемъ его карманнымъ ножемъ и небольшое количество выступившаго на разрѣзѣ сока переносимъ тѣмъ-же ножемъ въ каплю воды. Послѣ того покрываемъ каплю покровнымъ стеклышкомъ. Послѣднее тоже предварительно должно быть очищено и притомъ съ особенною осторожностію. Лучше всего это дѣлать, держа стеклышко плоско между пальцами, посредствомъ кусковъ стараго полотна. Если капля надлежащей величины, то сбоку изъ подъ покровнаго стеклышка вовсе не выступаетъ вода; если-же это случилось, то излишекъ воды должно удалить посредствомъ пропускной бумаги, или лучше сдѣлать другой препаратъ, такъ какъ въ такомъ случаѣ, подъ вліяніемъ сосущей бумаги, уплываетъ и большинство зернышекъ, предназначенныхъ для наблюденія.

Наконецъ, помѣщаемъ нашъ препаратъ на предметномъ столикѣ микроскопа и именно такъ, чтобы предметъ приходился противъ средины его отверстія. Чтобы сдѣлать правильную установку, сначала опускаютъ трубку внизъ столько, наблюдая сбоку, чтобы объективъ почти касался препарата. Затѣмъ, глядя одновременно въ окуляръ, поднимаютъ трубку возможно медленнѣе въ верхъ. Движеніе это лучше всего сопровождать вращеніемъ въ гильзѣ. Вскорѣ наступаетъ моментъ, въ который невидимый до сихъ поръ предметъ начинаетъ обнаруживаться въ видѣ мелкихъ зеренъ. Если объективъ поднятъ уже надъ предметнымъ стекломъ болѣе чѣмъ на 2 cm. и зеренъ не видно, то или послѣднія лежатъ внѣ поля зрѣнія, или же трубку микроскопа поднимали слишкомъ скоро, вслѣдствіе чего быстро появившееся и столь-же быстро исчезнувшее изображеніе не было замѣчено. Въ такомъ случаѣ не надо отыскивать предметъ, подвигая трубку внизъ, такъ какъ при этомъ можно раздавить покровное стеклышко, испортить препаратъ или замарать объективъ; лучше, смотря сбоку, вторично опустить трубку такъ, чтобы объективъ почти касался покровнаго стекла и затѣмъ снова, глядя въ окуляръ, еще медленнѣе подвигать вверхъ трубку. Если и теперь цѣль не достигается, то надо предполагать, что предметъ лежитъ внѣ поля зрѣнія, а потому необходимо попробовать передвинуть предметное стекло. Вскорѣ во всякомъ случаѣ удастся обнаружить въ полѣ зрѣнія зерна и тогда нужно прекратить движеніе трубки, т. е. «грубую установку», чтобы еще произвесть «точную установку» при помощи микрометрическаго винта (*m*, Fig. 2). Послѣдній вращаютъ въ одну сторону, а если изображеніе при этомъ становится менѣе яснымъ, то въ другую. Установка совершена, когда изображеніе представляется возможно рѣзко ограниченнымъ. Въ нашемъ штативѣ (фиг. 2) микрометрическій винтъ помѣщается на верхнемъ концѣ столбика «sl», но въ другихъ штативахъ

можетъ находиться и на нижнемъ его концѣ.—Въ большихъ штативахъ грубая установка производится не отъ руки, но помощью зубчатаго колеса.

Констатировавъ такимъ образомъ, при слабомъ увеличеніи, существованіе мелкихъ зеренъ въ полѣ зрѣнія микроскопа и замѣтивъ и на будущее время разстояніе между этимъ слабымъ объективомъ и предметомъ, т. е. его фокусное разстояніе, оставляютъ на мѣстѣ предметное стекло и вынимаютъ изъ гильзы трубку, отвинчиваютъ слабый объективъ и замѣняютъ его болѣе сильнымъ (но ни коимъ образомъ еще не иммерсіоннымъ, лучше всего D Цейсса, 7 Лейтца и т. п.). Затѣмъ снова вдвигаютъ трубку въ гильзу и именно такъ, чтобы объективъ почти касался покровнаго стеклышка и производятъ установку, по прежнему подвигая трубку вверхъ, что должно производить, если возможно, еще медленнѣе, чѣмъ со слабымъ объективомъ. Такъ какъ препаратъ оставленъ на предметномъ столикѣ на томъ-же мѣстѣ, то мы уже навѣрное знаемъ, что предметъ находится въ полѣ зрѣнія. Когда зерна обнаружились при грубой установкѣ, производятъ точную установку помощію микрометрическаго винта. Мы замѣтимъ, что фокусное разстояніе при болѣе сильномъ объективѣ значительно меньше, нежели при слабомъ.

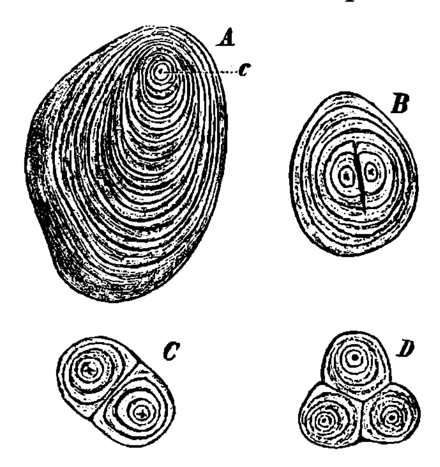
Теперь собственно только начинается наблюденіе. Начинающему, если у него оба глаза одинаково хороши, слѣдуетъ пріучить себя микроскопировать лѣвымъ глазомъ. Такимъ образомъ правый глазъ у него останется свободнымъ и онъ его можетъ употреблять при рисованіи, продолжая лѣвымъ наблюдать. Многія микроскопическія рисовальныя призмы (такъ напр. представленная на фиг. 2) приспособлены именно для лѣваго глаза и тѣ, которые микроскопируютъ правымъ глазомъ, должны были-бы указывать это оптику при заказѣ такихъ рисовальныхъ призмъ. Начинающій долженъ сразу-же оставлять открытымъ и тотъ глазъ, которымъ онъ не пользуется. Правда, окружающіе предметы, отражающіеся на сѣтчатой оболочкѣ его глаза, будутъ ему сначала мѣшать, но вскорѣ онъ привыкнетъ сосредоточивать все свое вниманіе на микроскопирующемъ глазѣ и будетъ оставлять другой совершенно недѣятельнымъ.

Мы легко замѣчаемъ, что наполняющія поле зрѣнія микроскопа безцвѣтныя зерна сплошныя и обнаруживаютъ слоистость. Это крахмальныя зерна. Предметное стекло медленно движутъ въ различныя стороны, чтобы сыскать мѣсто, въ которомъ зерна лежатъ не слишкомъ густо, такъ какъ въ подобномъ мѣстѣ легче фиксировать отдѣльное зерно. Кромѣ того, для продолжительнаго наблюденія избираютъ такія зерна, которыя обнаруживаютъ слоистость особенно явственно. То об-

стоятельство, что движеніе предметнаго стекла обнаруживается подъ микроскопомъ въ обратную сторону, представляетъ нѣкоторое затрудненіе только на первыхъ порахъ и, во всякомъ случаѣ, скоро привыкаютъ производить необходимыя небольшія движенія. — Когда уже найдены отдѣльныя особенно хорошія зерна, ихъ увеличиваютъ еще сильнѣе, вынимая слабый окуляръ и замѣняя его болѣе сильнымъ. При хорошихъ объективахъ изображеніе все таки будетъ хорошимъ, хотя освѣщеніе сдѣлается значительно слабѣе, недостатокъ, который, насколько возможно, устраняютъ, исправляя установку зеркала.

Иногда, при установкѣ препарата или при его перемѣщеніи, замѣчается, что изображеніе стало менѣе яснымъ. Въ такомъ случаѣ, по всей вѣроятности, на нижнюю линзу объектива попала изъ препарата жидкость Это случается особенно легко, если жидкости взято слишкомъ много и она выступаетъ изъ подъ краевъ покровнаго стеклышка. Тогда необходимо вынуть трубку изъ гильзы и вытереть переднюю линзу объектива чистымъ, много разъ мытымъ полотномъ или, еще лучше его вытираютъ свѣжимъ изломомъ кусочка бузинной сердцевины.

Крахмальныя зерна картофельнаго клубня [1]) достигаютъ сравнительно значительной величины. Они принадлежатъ къ числу такихъ, которыя имѣютъ эксцентрическое строеніе, такъ какъ ихъ органическій центръ *c*, фиг. 3 *A* не совпадаетъ съ геометрическимъ, но значительно приближается къ одному изъ концовъ зерна. Слои обнаруживаются съ неодинаковою ясностію (*A*); между сильнѣе выраженными замѣчаются слабѣе выраженные. Органическое ядро, вслѣдствіе оптическихъ причинъ, именно вслѣдствіе своей меньшей плотности, представляется окрашеннымъ въ розовый цвѣтъ. Яснѣе всего оно обнаруживается тамъ, гдѣ оно представляется полымъ. Въ такомъ случаѣ онъ имѣетъ видъ розовой точки, черты, креста или звѣзды съ темными очертаніями. Слои, непосредственно окружающіе ядро, имѣютъ концентрическое развитіе, но на нѣкоторомъ разстояніи уже обнаруживается эксцентричность, такъ какъ къ одному концу зерна слои становятся тоньше и частію даже совершенно выклиниваются въ этомъ



Фиг. 3. Зерна крахмала изъ картофельнаго клубня. *A* простое, *B* полусложное, *C* и *D* сложныя крахмальныя зерна. *c* ядро. Увелич. 540.

направленіи. На этомъ слабѣе развитомъ концѣ зерна, который мы будемъ называть переднимъ, слоистость обнаруживается, вслѣдствіе небольшаго разстоянія отъ поверхности, только не явственно.—Отдѣльныя зерна имѣютъ весьма неодинаковую величину, значительно отличаются другъ отъ друга своею формою и не одинаково ясно обнаруживаютъ слоистость. Въ большинствѣ препаратовъ между крахмальными зернами находятъ круглыя образованія, которыя обнаруживаютъ при средней установкѣ небольшой, круглый, свѣтлый центръ и широкую, темную окружность; послѣдняя извнутри черная, снаружи темносѣрая, съ свѣтлыми кругами. Эти образованія суть заключенные въ служащей для наблюденія жидкости пузырьки воздуха. Ихъ видъ подъ микроскопомъ на столько характеренъ, что, разъ узнанные, они врядъ ли могутъ быть смѣшаны съ какими нибудь другими явленіями. Лучи свѣта, проникающіе въ пузырьки воздуха изъ болѣе плотной среды, отклоняются, за исключеніемъ среднихъ, такъ сильно, что они не могутъ попасть въ объективъ, а потому пузырьки имѣютъ широкую темную окружность и небольшую свѣтлую средину. Если вращеніемъ микрометрическаго винта опустить трубку такъ, чтобы установку сдѣлать относительно нижней части пузырька воздуха, то увеличивается ясность и свѣтлость средняго кружка; вмѣстѣ съ тѣмъ величина его становится меньше, между тѣмъ ширина окружающихъ его черныхъ колецъ возрастаетъ. При поворачиваніи винта въ противуположную сторону, чтобы произвесть установку относительно верхнихъ частей пузырька воздуха, увеличивается срединный кружокъ, становясь нѣсколько менѣе свѣтлымъ; окружающій край дѣлается одновременно уже.

Если наблюдатель нашелъ крахмальное зерно съ хорошо выраженною слоистостію, то слѣдуетъ его срисовать. При микроскопированіи слѣдуетъ придавать рисованію величайшее значеніе, потому что подробности изображенія обнаруживаются для наблюдателя только тогда, когда онъ для передачи на рисункѣ сосредоточиваетъ на нихъ свое вниманіе. Такимъ образомъ, рисованіе предохраняетъ отъ бѣглаго, поверхностнаго наблюденія, принуждаетъ насъ къ тщательному, основательному изученію изображенія и болѣе всѣхъ другихъ средствъ изощряетъ наши наблюдательныя способности. Начинающему слѣдуетъ сначала стараться рисовать предметы отъ руки. Столько рисовальнаго таланта, сколько для этого требуется, онъ вѣроятно будетъ имѣть, или-же можетъ легко пріобрѣсть необходимое умѣніе посредствомъ упражненія. Предметъ не долженъ быть изображаемъ слишкомъ малымъ, если даже онъ и кажется наблюдателю очень небольшимъ. Правильная оцѣнка величины объекта въ полѣ зрѣнія микроскопа пріобрѣтается только путемъ продолжительнаго упражненія и на первыхъ порахъ лучше начи-

начинающему изображать предметы слишкомъ большими, чтобы онъ имѣлъ возможность передавать на своихъ фигурахъ всѣ подробности наблюденія. Не менѣе важно обозначить отдѣльныя части рисунка соотвѣтственными знаками и записать тутъ-же названіе растенія, предметъ и важнѣйшіе результаты наблюденія.

Крахмальныя зерна картофеля нѣсколько сплющены, что легко констатировать, если перекатывать ихъ, надавливая иглою во время наблюденія на край покровнаго стеклышка. Самыя мелкія зерна большею частію обнаруживаютъ лишь весьма слабую слоистость.

Кромѣ простыхъ зеренъ (въ родѣ *A* на фиг. 3), можно отыскать и полусложныя (подобныя *B*). Эти зерна заключаютъ въ себѣ два, рѣже большее число органическихъ ядеръ. Каждое ядро окружено нѣкоторымъ числомъ собственныхъ слоевъ и оба вмѣстѣ — большимъ или меньшимъ числомъ общихъ слоевъ. Нерѣдко эти два комплекса слоевъ отдѣлены другъ отъ друга щелью, которая простирается до общихъ слоевъ (*B*). Число слоевъ, окружающихъ отдѣльныя ядра, равно какъ и общихъ, можетъ быть различно.

Сложныя зерна, которыя встрѣчаются гораздо чаще полусложныхъ, состоятъ изъ двухъ (*C*), рѣже изъ трехъ (*D*), очень рѣдко изъ бо́льшаго числа частичныхъ зеренъ. Сложныя зерна отличаются отъ полусложныхъ отсутствіемъ общихъ слоевъ. Слои развиты сильнѣе всего вдоль границъ частичныхъ зеренъ. Такимъ образомъ, частичныя зерна обращены своими задними концами другъ къ другу, а передними — въ противуположныя стороны. Линія, разграничивающая частичныя зерна, часто превращается въ щель.

Для сравненія слѣдуетъ теперь сдѣлать препаратъ изъ высушеннаго на воздухѣ крахмала, причемъ поступаютъ совершенно такъ, какъ и при изготовленіи перваго препарата, т. е. переносятъ небольшое количество крахмала въ каплю воды. Такъ какъ предметныя стекла могутъ быть не одинаковой толщины, то, при помѣщеніи препа́рата подъ микроскопъ, слѣдуетъ предварительно приподнять трубку.

Первый препаратъ можетъ еще пригодиться, а потому мы его помѣщаемъ въ большую влажную камеру. Эта влажная камера состоитъ изъ глубокой тарелки и стеклянаго колпака. На тарелкѣ помѣщается описанная и изображенная во введеніи цинковая этажерка (фиг. 1); кромѣ того, на тарелку наливаютъ столько воды, чтобы нижній край колпака былъ покрытъ ею.

Препаратъ помѣщаютъ на цинковой этажеркѣ, но предварительно необходимо посмотрѣть, не подсохла-ли въ немъ отчасти вода и, если-бы это случилось, то у края покровнаго

стеклышка пускаютъ каплю воды, такъ чтобъ она всосалась. Чтобы не смѣшать позже этотъ препаратъ съ другими, сдѣлаемъ на немъ отмѣтку цвѣтнымъ карандашемъ Фабера, пишущимъ прямо на стеклѣ.

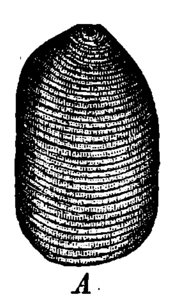
Установивъ нашъ новый препаратъ, мы замѣтимъ, что слоистость въ высушенномъ на воздухѣ крахмалѣ замѣтна по меньшей мѣрѣ столь-же хорошо, какъ и въ свѣжемъ.

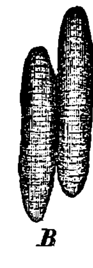
Этотъ препаратъ тоже помѣщаемъ во влажной камерѣ.

Фиг. 4. Зерна крахмала изъ сѣмянодолей Phaseolus vulgaris. Увел. 540.

Затѣмъ приготовляемъ препаратъ изъ высушеннаго на воздухѣ крахмала фасоли (Phaseolus vulgaris). Зерна (фиг. 4), разсматриваемыя въ каплѣ воды, представляются круглыми или овальными и нѣсколько сплющены; преобладаетъ извѣстная средняя величина. Слоистость весьма явственная и очень равномѣрная; пластинки обнаруживаютъ почти одинаковую толщину. Строеніе центрическое Ядро изслѣдуемыхъ въ водѣ зеренъ представляется полымъ, болѣе изодіаметрическимъ въ круглыхъ и нѣсколько удлиненнымъ въ овальныхъ формахъ. Отъ ядерной полости расходятся радіально щели, пересѣкающія слои подъ прямымъ угломъ и заостряющіяся къ периферіи зерна.

Небольшое количество крахмала фасоли помѣщаемъ теперь, вмѣсто воды, въ каплю глицерина, въ остальномъ поступая совершенно такъ же. Въ этой жидкости зерна кажутся вообще меньше; слоистость едва замѣтна; внутренняя полость и щели отсутствуютъ, такъ какъ они образуются подъ вліяніемъ воды, въ которой крахмалъ фасоли разбухаетъ.





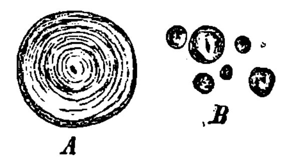
Фиг. 5. Крахмальныя зерна покупнаго остиндскаго арроурута (изъ корневища Curcuma leucorrhiza). *A* съ плоской стороны, *B* нѣсколько склеенныхъ зеренъ сбоку. Увел. 540.

Иное опять строеніе имѣетъ крахмалъ остиндскаго арроурута (Curcuma leucorrhiza). Въ данномъ случаѣ дѣлаютъ препаратъ изъ покупнаго крахмала, который, конечно, не всегда удается купить. Если мы имѣемъ дѣйствительно настоящій остиндскій арроурутъ, то зерна должны имѣть очень эксцентрическое строеніе (фиг. 5, *A*), къ переднему концу они съуживаются, имѣютъ прекрасную, равномѣрную слоистость и очень плоскую форму. Очень часто многія зерна склеиваются своими плоскими сторонами и, разсматриваемы сбоку, представляются въ видѣ денежныхъ кату-

шекъ (*B*). Величина и форма зеренъ значительно колеблется.

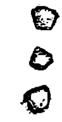
Вестиндскій арроурутъ, называемый также просто арроурутомъ, изъ корневища Maranta, главнымъ образомъ изъ Maranta arundinacea, распространенъ въ торговлѣ, но въ отношеніи строенія представляетъ гораздо меньшій интересъ, чѣмъ остиндскій арроурутъ. Въ водѣ зерна его обнаруживаютъ большое сходство съ картофельными; но обнаруживаютъ меньшую, правда болѣе равномѣрную слоистость, имѣютъ болѣе округленную форму, вообще меньше, болѣе одинаковой величины. На мѣстѣ ядра большею частію находимъ щель въ видѣ сильно раздвинутаго v.

Пшеничная мука очень плохо обнаруживаетъ слоистость; для изслѣдованія слѣдуетъ брать, какъ наиболѣе подходящія, крахмальныя зерна Triticum durum. Разрѣзываютъ карманнымъ ножемъ пшеничное зерно и съ плоскости разрѣза соскабливаютъ немного вещества, чтобы положить его въ каплю на предметномъ стеклѣ. Большія зерна крахмала имѣютъ совершенно круглую форму, сплющены въ видѣ кружка и обнаруживаютъ равномѣрную слоистость (фиг. 6), но слои весьма неявственны. Впрочемъ нѣкоторыя зерна все-таки достаточно хорошо обнаруживаютъ слоистость, равно какъ и центральное ядро. Какъ характеристическое явленіе, мы замѣтимъ въ препаратѣ кромѣ большихъ крахмальныхъ зеренъ, почти безъ переходныхъ формъ, мелкія зерна съ явственнымъ розовымъ ядромъ, но съ незамѣтною слоистостью. Нѣкоторое число такихъ зеренъ изображено при *B*. Въ нѣкоторыхъ препаратахъ сложныя зерна не особенно рѣдки, но въ большей части не находимъ ихъ вовсе, такъ какъ они распадаются на частичныя зерна.



Фиг. 6. Пшеничная мука изъ Triticum durum. *A* большое, *B* мелкія зерна.

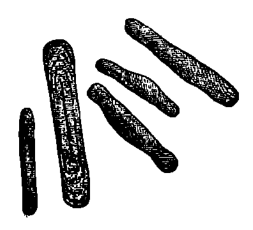
Крахмальныя зерна овса (Avena sativa) лучше всего добывать, разрѣзавъ овсяное зерно по поламъ и взявъ немного въ воду для наблюденія. Здѣсь мы увидимъ прекрасныя сложныя зерна, въ родѣ изображеннаго на прилагаемой фигурѣ. Величина этихъ сложныхъ зеренъ различна и соотвѣтственно тому различно и число входящихъ въ составъ его частичныхъ зеренъ. Наша фиг. 7 представляетъ такое сложное зерно средней величины. Отдѣльныя частичныя зерна представляются многогранными, отдѣленными другъ отъ друга болѣе свѣтлыми линіями. Среди большихъ зеренъ находимъ мелкія, включительно до такихъ,



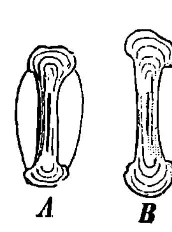
Фиг. 7. Крахмалъ Avena sativa. *A* сложное зерно, *B* его частичныя зерна. Увел. 540.

которыя состоятъ только изъ двухъ частичныхъ зеренъ; наконецъ и совершенно простыя; но кромѣ того и многочисленныя остроугольныя частичныя зерна (*B*), которыя произошли изъ разрушенныхъ при препарированіи сложныхъ зеренъ. Преобладаютъ зерна средней величины, приблизительно соотвѣтствующія нашей фиг. *A*. Слоистость въ этомъ объектѣ не видна, ядра замѣтны только въ видѣ исключенія.

Особенно своеобразнаго вида крахмальныя зерна находятся въ млечномъ сокѣ молочаевъ. Отрѣзываютъ любой кусокъ стебля какого нибудь вида молочая и окунаютъ плоскость разрѣза въ приготовленную на предметномъ стеклѣ каплю воды. Выступившій изъ разрѣза млечный сокъ распредѣляется въ каплѣ. Для изслѣдованія возьмемъ напримѣръ всюду распространенную Euphorbia helioscopia. Въ млечномъ сокѣ, который распредѣляется въ водѣ въ видѣ маленькихъ капель эмульсіеобразно, увидимъ отдѣльныя, маленькія, палочкообразныя тѣла (фиг. 6). Это крахмальныя зерна, о которыхъ идетъ рѣчь. Они оказываются сильно преломляющими свѣтъ; слабая слоистость обнаруживается только въ благопріятнѣйшихъ случаяхъ; иногда внутри зерна замѣчается продольная щель. Величина палочекъ нѣсколько колеблется, нѣкоторыя изъ нихъ по срединѣ немного утолщены. — Гораздо лучше сформированныя зерна этого рода имѣютъ тропическіе молочаи. Для наблюденія возьмемъ столь распространенную въ теплицахъ Euphorbia splendens и препаратъ сдѣлаемъ такимъ же способомъ, какъ и предъидущій. Крахмальныя зерна, которыя мы теперь увидимъ (фиг. 9), имѣютъ форму костей (форму humerus); на обоихъ своихъ концахъ они болѣе или менѣе утолщены, нѣсколько больше зеренъ нашихъ мѣстныхъ видовъ и обнаруживаютъ въ утолщеніяхъ нѣкоторую слоистость. Часто случается наблюдать, что отъ боковъ зерна поднимается безцвѣтный пузырь (*A*), котораго стѣнка, однако, не переходитъ въ вещество крахмальнаго зерна, но относится скорѣе къ прилегающей протоплазматической массѣ. — Наблюдателю должно броситься въ глаза, что мелкіе, распредѣленные въ водѣ шарики млечнаго сока находятся въ дрожащемъ движеніи. Это такъ называемое Броуновское молекулярное движеніе, съ которымъ мы можемъ здѣсь познакомиться и которое не представляетъ жизненнаго движенія, но сводится вѣроятно къ вліянію на тѣльца происходящихъ въ жидкости теченій.



Фиг. 8. Крахмальныя зерна изъ млечнаго сока Euphorbia helioscopia. Увелич. 540.



Фиг. 9. Крахмальныя зерна изъ млечнаго сока Euphorbia splendens. Отъ зерна *A* поднимается сбоку пузырь. Увелич. 540.

Орiентировавшись относительно формы и строенiя крахмальныхъ зеренъ, подѣйствуемъ теперь на нихъ нѣкоторыми реактивами и разсмотримъ влiянiе этихъ послѣднихъ непосредственно подъ микроскопомъ. Возьмемъ для этой цѣли одинъ изъ крахмальныхъ препаратовъ изъ влажной камеры. Сдѣлавъ установку, пустимъ къ краю покровнаго стеклышка каплю iоднаго раствора (iодной воды, iоднаго алкоголя (iодной тинктуры) или раствора iода въ iодистомъ калiѣ). При употребленiи реактивовъ необходимо обращать особенное вниманiе на то, чтобы капля не попала на покровное стеклышко, а съ него и на объективъ. Еслибъ капля попала на покровное стеклышко, ее необходимо немедленно удалить посредствомъ пропускной бумаги; если-же реактивъ попалъ на объективъ, то послѣднiй надо окунуть нижнею линзою въ чистую воду и затѣмъ вытереть вышеупомянутою полотняною тряпочкою.

Чтобы непосредственно наблюдать дѣйствiе iоднаго раствора, необходимо выждать, пока онъ достигнетъ до предварительно выбраннаго мѣста; мѣсто-же это необходимо выбирать не слишкомъ далеко отъ того края покровнаго стеклышка, у котораго пущенъ реактивъ и, подвигая предметную пластинку, слѣдить за дальнѣйшимъ ходомъ его дѣйствiя. Мы увидимъ, что какъ только растворъ iода начнетъ дѣйствовать, крахмальныя черна окрасятся въ свѣтлосинiй цвѣтъ, который быстро будетъ темнѣть, пока не станетъ темносинимъ. Въ первые моменты дѣйствiя и слоистость становится нѣсколько болѣе явственной, но вскорѣ исчезаетъ въ зернахъ, которыя дѣлаются непрозрачными. При дѣйствiи раствора iода въ iодистомъ калiѣ, если прибавлено значительное количество реактива, окраска зеренъ становится вскорѣ темнобурою. Также точно становятся темнобурыми и сухiя зерна крахмала, подвергнутыя дѣйствiю паровъ iода; если-же къ такому препарату прибавить воды, то бурая окраска скоро переходитъ въ синюю. Когда распространенiе реактива подъ покровнымъ стеклышкомъ происходитъ не достаточно быстро, то его можно ускорить, прикладывая къ противуположному краю покровнаго стеклышка кусочекъ пропускной бумаги.

Слѣдуетъ подѣйствовать растворомъ iода и на палочкообразныя зерна молочая, чтобы убѣдиться, что эти образованiя, не взирая на ихъ особенную форму и едва замѣтную слоистость, дѣйствительно представляютъ крахмальныя зерна.

Далѣе слѣдуетъ изучить на крахмальныхъ зернахъ явленiя разбуханiя отъ дѣйствiя ѣдкаго кали (гидрата окиси калiя). Прежде всего устанавливаемъ снова картофельный крахмалъ и выжидаемъ, пока не подойдетъ къ нему пущенный у края покровнаго стеклышка реактивъ. Чтобы быть поучительнымъ, дѣй-

ствіе реактива должно обнаруживаться постепенно. Въ такомъ случаѣ мы увидимъ, что въ первый моментъ дѣйствія слоистость обнаруживается сильнѣе, но вскорѣ начинаетъ исчезать, между тѣмъ зерно увеличивается. Во время этого увеличенія, происходящаго съ большею или меньшею правильностію, ядро крахмальнаго зерна становится въ значительной мѣрѣ полымъ и стѣнка слабѣе развитой стороны, слѣдовательно передняго конца зерна, вгибается въ полость. Далѣе вполнѣ утрачивается правильность явленія и зерно увеличивается въ стекловидную массу значительнаго объема, которой очертанія, въ концѣ-концовъ, становятся едва замѣтными.

Наконецъ, можно произвесть опытъ надъ разбуханіемъ крахмала вслѣдствіе нагрѣванія препарата, пріемъ, подобный тому, который употребляется при изготовленіи клейстера. Препаратъ нагрѣваютъ надъ пламенемъ спиртовой лампы или газовой горѣлки, не давая ему вскипать и подбавляя, вмѣсто испаряющейся воды, новую. Если при нагрѣваніи тепмература достигла приблизительно 70° С., то найдемъ зерна разбухшими также точно, какъ и послѣ обработки ѣдкимъ кали. Если желательно точно опредѣлить температуру, при которой происходитъ разбуханіе, то нагрѣваніе препаратовъ слѣдуетъ производить на нагрѣвающемся предметномъ столикѣ. Самые употребительные изъ такихъ приборовъ—столикъ Макса Шульце [2]) и столикъ Ранвье [3]); особеннаго вниманія заслуживаетъ послѣдній.

Этимъ мы можемъ закончить наше первое упражненіе. Однако, прежде чѣмъ оставить микроскопъ, необходимо предварительно тщательно почистить вышеуказаннымъ способомъ бывшіе въ употребленіи объективы и окуляры. Мы вынимаемъ также трубку, чтобы ее, равно какъ и внутреннюю поверхность гильзы, вытереть болѣе грубымъ полотенцемъ. Вмѣсто того, чтобы снова уложить микроскопъ въ ящикъ, мы предпочитаемъ поставить его подъ стеклянымъ колпакомъ, который, чтобы еще лучше предохранить инструментъ отъ пыли, можетъ быть снабженъ на своемъ нижнемъ краѣ войлочною обкладкою.

Примѣчаніе къ I-му упражненію.

1) Срав. Naegeli, Die Stärkekörner, in Pflanzenphysiol. Untersuchungen, Heft 2; E Strasburger, Bau und Wachsthum der Zellhäute, pag. 107, тамъ указана дальнѣйшая литература.

2) Описаніе. Archiv f. mikr. Anat. Bd. I p. 2. 1865.

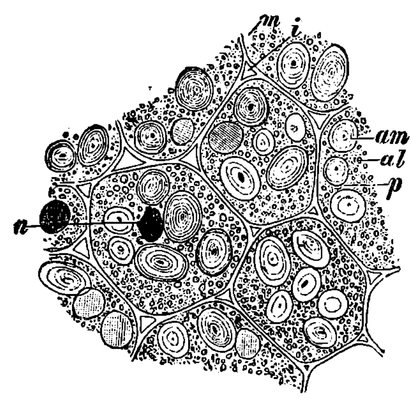
3) Ranvier, Traité d'histologie p. 41, 1875.

II. Упражненіе.

Клейковина, жирное масло, изготовленіе въ прокъ препаратовъ. Употребленіе простаго микроскопа.

Изслѣдуемъ прежде всего горохъ (Pisum sativum). Зрѣлое сѣмя разрѣзываютъ по-поламъ крѣпкимъ карманнымъ ножемъ и именно такъ, чтобы обѣ сѣмянодоли были разрѣзаны поперечно. Затѣмъ изъ плоскости разрѣза дѣлаемъ тонкій поперечный разрѣзъ посредствомъ острой бритвы. Относительно рѣзанія бритвою должно замѣтить слѣдующее: 1) плоскость разрѣза должно предварительно смочить, въ обыкновенныхъ случаяхъ водою, въ данномъ-же случаѣ — глицериномъ, такъ какъ препаратъ страдаетъ отъ воды и мы разсмотримъ его въ глицеринѣ. 2) Верхній разрѣзъ не годится, такъ какъ его ткань слишкомъ сильно повреждена карманнымъ ножемъ. 3) Изъ такой твердой ткани, какъ ткань гороха бритвою можно дѣлать только очень маленькіе и весьма тонкіе разрѣзы. Если клинокъ вошелъ въ ткань слишкомъ глубоко и замѣчается усиленіе сопротивленія, то бритву слѣдуетъ вынуть изъ разрѣза, не доводя его до конца. 4) Разрѣзъ надо начинать дѣлать, если противнаго не требуетъ само изслѣдованіе, не отъ внѣшняго края предмета, но положивъ клинокъ на плоскость разрѣза, такъ какъ такимъ образомъ получается вѣрная точка опоры и большая возможность получить тонкій разрѣзъ. 5) Чтобы получить дѣйствительно хорошій разрѣзъ, т. е. такой, въ которомъ отдѣльные элементы ткани не порваны, должно клинокъ не надавливать на предметъ, но вести его на-искось. Необходимо пріучаться рѣзать свободно, не упирая большаго пальца рѣжущей руки въ другую руку. Напротивъ того, весьма удобно прислонить обѣ руки къ груди, такъ какъ такимъ образомъ рѣжущая рука предохраняется отъ сдвиганія въ бокъ. Но заднюю часть клинка опираютъ на указательный палецъ руки, въ которой держатъ предметъ. 6) Такъ какъ трудно держать достаточно крѣпко между пальцами такой мелкій предметъ, какъ половина горошины, и притомъ столь твердый, то для этой цѣли можно употребить упомянутый во введеніи ручной нажимъ (Handschraubstock). Половину горошины слѣдуетъ въ такомъ случаѣ зажать въ этотъ послѣдній достаточно глубоко. 7) Не слѣдуетъ ограничиваться однимъ разрѣзомъ, но всегда сразу дѣлать болѣе значительное число ихъ, чтобы послѣ выбрать наилучшіе.

Сдѣланный разрѣзъ должно изслѣдовать въ концентрированномъ или разбавленномъ приблизительно $^1/_3$ частію дистиллированной воды глицеринѣ. Чистая вода здѣсь не примѣнима, такъ какъ она вызываетъ въ основномъ веществѣ клѣточекъ явленія дезорганизаціи. Перенесеніе разрѣзовъ съ бритвы на предметную пластинку производятъ посредствомъ нѣжной кисточки. Разрѣзъ берутъ, надавливая на него кисточкою и сдвигая его съ клинка. Если разрѣзъ присталъ къ достаточно широкой поверхности кисточки, то онъ свертываться не будетъ; напротивъ, это легко случается, если разрѣзъ берутъ за край пинцетомъ и такимъ образомъ переносятъ. Приставшій къ кисточкѣ разрѣзъ кладутъ плашмя въ каплю на предметной пластинкѣ и удаляютъ кисточку, одновременно повертывая ее. Если лежащій на предметной пластинкѣ разрѣзъ желаютъ перевернуть на противуположную сторону, то придавливаютъ къ предметной пластинкѣ кисточку такъ, чтобы она краемъ прикасалась къ разрѣзу и затѣмъ вращаютъ ее въ противуположную отъ разрѣза сторону. При этомъ разрѣзъ легко втягивается на поверхность кисточки и, вмѣстѣ съ этою послѣднею, можетъ быть перевороченъ. Другіе подобные пріемы усваиваются упражненіемъ сами собою. Но кисточку каждый разъ послѣ употребленія надо выполоскать въ водѣ.



Фиг. 10. Изъ сѣмянодолей гороха. *m* клѣточная оболочка, *i* межклѣтное пространство, *am* крахмалъ, *al* зерна алейрона, *p* основное вещество, *n* клѣточное ядро, послѣднее дополнительно нарисовано послѣ обработки метильгрюнъ-уксусной кислотой, Увелич. 540.

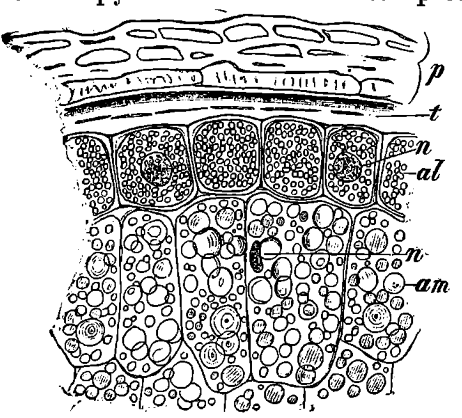
Устанавливаемъ разрѣзъ гороха съ болѣе сильнымъ увеличеніемъ. Онъ обнаруживаетъ ткань, состоящую изъ круглыхъ клѣтокъ (фиг. 10). Въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ сходятся три клѣточки, находится треугольное, наполненное воздухомъ межклѣтное пространство (*i*). Воздухъ представляется чернымъ, подобно краю раньше описанныхъ воздушныхъ пузырьковъ; здѣсь онъ, конечно, имѣетъ форму наполняемаго имъ пространства. Стѣнка клѣточекъ (*m*) довольно толстая. На приложенной фигурѣ три среднія клѣточки изображены цѣльными, а окружающихъ клѣточекъ — только прилегающія части. Въ каждой клѣточкѣ видны большія крахмальныя зерна (*am*), а при нѣкоторомъ вниманіи и мелкія зерна, лежащія между этими послѣдними (*al*). Эти мелкія зерна заключены въ свою

очередь въ мелкозернистое вещество (*p*). Изъ тонкихъ частей разрѣза нѣкоторыя зерна крахмала выпали и соотвѣтственно очерченное пространство указываетъ на ихъ мѣсто въ зернистой массѣ. Мелкія зерна представляютъ собой клейковинныя, алейроновыя или протеиновыя зерна; [1]) они лежатъ въ основномъ веществѣ клѣточекъ. Если прибавить къ препарату раствора іода, то происходящія окрашиванія укажутъ намъ тотчасъ же составныя части клѣтокъ. Мы и теперь пускаемъ каплю іоднаго раствора у края покровнаго стеклышка; но такъ какъ растворъ іода диффундируетъ въ глицеринѣ весьма медленно и намъ нѣтъ надобности слѣдить въ данномъ случаѣ за ходомъ реакціи, то мы ускоряемъ этотъ процессъ, приподнимая немного иглою покровное стеклышко и смѣшивая такимъ образомъ растворъ іода съ глицериномъ. Другая игла, приставленная одновременно къ противоположному краю покровнаго стеклышка, не позволяетъ этому послѣднему сдвинуться съ мѣста. Крахмальныя зерна окрашиваются въ синій съ фіолетовымъ оттѣнкомъ цвѣтъ; алейроновыя зерна и основное вещество — въ желтый цвѣтъ. Очень интензивное окрашиваніе алейроновыхъ зеренъ и основнаго вещества получается при употребленіи раствора іода въ іодистомъ каліѣ; но при этомъ перекрашиваются также и зерна крахмала, которыя становятся чернобурыми. Если разрѣзы гороха положить въ борный карминъ, то основное вещество, а также алейроновыя зерна очень скоро окрашиваются въ темнокрасный цвѣтъ; крахмальныя зерна остаются безцвѣтными. Реакція становится особенно замѣтною, если послѣ происшедшей уже окраски растворъ кармина замѣнить разбавленнымъ глицериномъ или водою. Этого достигаютъ, высасывая изъ подъ одного края покровнаго стеклышка посредствомъ пропускной бумаги растворъ кармина и прибавляя съ противуположной стороны воду или разбавленный глицеринъ. Если положить разрѣзъ въ азотнокислую закись ртути (Миллоновъ реактивъ), то зерна крахмала разбухаютъ очень сильно и дѣлаются незамѣтными, аллейронъ и основное вещество вскорѣ разрушаются, но дезорганизованная масса окрашивается вскорѣ въ харатерный кирпичнокрасный цвѣтъ.— Теперь положимъ еще одинъ разрѣзъ въ метильгрюнъ-уксусную кислоту. Черезъ небольшой промежутокъ времени въ каждой клѣточкѣ, среди другихъ составныхъ частей, обнаруживается синезеленое пятно довольно неопредѣленныхъ очертаній. Пятно это — клѣточное ядро. (*n*). Прочія составныя части клѣтки не окрашиваются; только крахмальныя зерна разбухаютъ немного (они обнаруживаютъ радіальныя щели, которыхъ нѣтъ въ глицеринѣ) и алейроновыя зерна тоже нѣсколько увеличиваются и представляются какъ-бы пористыми или даже полыми. Такимъ образомъ, мы находимъ въ метильгрюнъ-уксусной кислотѣ такой реактивъ, который пригоденъ въ этомъ

случаѣ въ качествѣ специфическаго красящаго вещества для клѣточнаго ядра. Правда, одновременно окрасились и оболочки клѣточекъ; но это не уменьшаетъ достоинствъ метильгрюнъ-уксусной кислоты, какъ реактива на ядро. Клѣточныя оболочки получаютъ прекрасную свѣтлосинюю окраску и потому ихъ можно теперь прослѣдить въ глицериновыхъ препаратахъ гораздо лучше, чѣмъ до окраски. Соотвѣтственно рѣзче обнаруживаются и межклѣточныя пространства.

И такъ, желтобурая іодная реакція, впитываніе красящихъ веществъ, кирпично-красная Миллонова реакція — лучшія средства, чтобы распознать подъ микроскопомъ бѣлковыя тѣла, такъ какъ алейроновыя зерна, равно какъ и протопласма (клѣточная пласма и клѣточное ядро) тоже принадлежатъ къ этимъ послѣднимъ. Протопласма, какъ мы позже увидимъ, обнаруживаетъ эту реакцію только тогда, когда она умерщвлена, а это было произведено въ данномъ случаѣ самими реактивами. Особенно сильное сродство къ красящимъ веществамъ свойственно клѣточному ядру.

Въ качествѣ втораго объекта для изслѣдованія можно указать пшеничное зерно. Возьмемъ теперь Triticum vulgare. Сперва разрѣзываютъ зерно карманнымъ ножемъ въ поперечномъ направленіи и затѣмъ, для рѣзанія, завинчиваютъ въ маленькій ручной нажимъ. На этотъ разъ надобно произвесть разрѣзъ такъ, чтобы онъ заключалъ и часть внѣшней поверхности. При дѣланіи разрѣза, смочимъ плоскость разразрѣза глицериномъ и въ той же жидкости произведемъ изслѣдованіе (фиг. 11). Подъ кожицей, которая представляетъ собою околоплодникъ и кожуру сѣмяни и состоитъ изъ сдавленныхъ и отмершихъ клѣточекъ, лежитъ слой прямоугольныхъ клѣточекъ, наполненныхъ мелкими алейроновыми зернами (*al*). Эти алейроновыя зерна погружены въ мелкозернистое основное вещество. Далѣе примыкаютъ удлиненныя, менѣе правильныя клѣточки, которыя содержатъ крупныя и мелкія зерна крахмала. Во всемъ этомъ не трудно убѣдиться посредствомъ соотвѣтственныхъ реакцій.



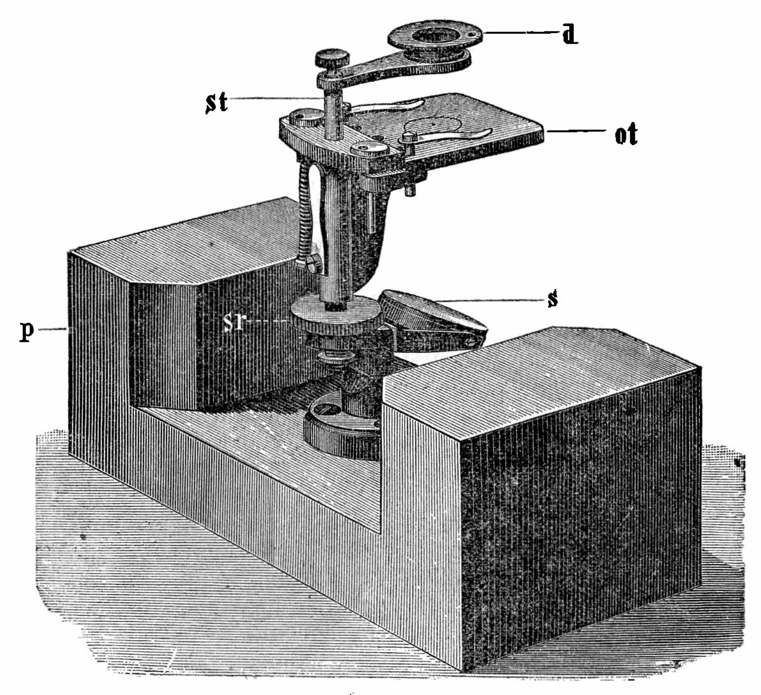
Фиг. 11. Поперечный разрѣзъ пшеничнаго зерна (Triticum vulgare). *p* околоплодникъ, *t* кожура сѣмени. Въ прилегающихъ къ послѣдней клѣточкахъ эндосперма: *al*— алейроновыя, *am*—крахмальныя зерна, *n*— клѣточное ядро. Увел. 240.

Одинъ хорошо удавшійся разрѣзъ мы сохранимъ и воспользуемся этимъ случаемъ, чтобы научиться изготовленію въ прокъ препаратовъ. На первый разъ изберемъ самый простой способъ, который въ данномъ случаѣ пригоденъ тѣмъ болѣе, что даетъ весьма хорошій результатъ: помѣщаемъ разрѣзъ въ глицериновую желатину. Мы помѣщаемъ на предметной пластинкѣ столько этой желатины, сколько необходимо по нашему мнѣнію для образованія капли. Затѣмъ предметную пластинку осторожно нагрѣваемъ, пока желатина не сдѣлается жидкою. Послѣ этого разрѣзъ кладутъ въ образовавшуюся каплю и накрываютъ покровнымъ стеклышкомъ. Хорошо предварительно нагрѣть покровное стеклышко, такъ какъ въ противномъ случаѣ въ препаратѣ легко могутъ остаться пузырьки воздуха; по той-же причинѣ не слѣдуетъ класть покровное стеклышко вполнѣ горизонтально, но нѣсколько наклонно. Если-бы не взирая на это попали пузырьки воздуха, то нужно подогрѣть предметную пластинку и постараться удалить ихъ посредствомъ осторожнаго приподниманія покровнаго стеклышка съ одной стороны. Въ случаѣ, если пузырьки воздуха не мѣшаютъ, то можно ихъ пожалуй оставить. Если въ каплю положено нѣсколько разрѣзовъ, то слѣдуетъ ихъ равномѣрно распредѣлить въ ней.

Конечно, часто случается, что разрѣзы, при накладываніи покровной пластинки, перемѣшиваются, придвигаются другъ къ другу или даже попадаютъ другъ на друга; и если приподнимаютъ съ одной стороны покровное стеклышко, чтобы возстановить порядокъ, то получается совершенно противуположный результатъ. Поэтому лучше употребить сравнительно болѣе простой способъ. Нагрѣваніемъ возможно лучше разжижаютъ каплю и, не приподнимая покровнаго стеклышка, вводятъ подъ него сбоку волосъ. Этимъ волосомъ надо стараться распредѣлить разрѣзы, что въ большинствѣ случаевъ удается. Впрочемъ, при накладываніи покровнаго стеклышка необходимо убѣдиться, что въ каплю глицериновой желатины не попали какія нибудь пылинки; таковыя слѣдуетъ въ подобномъ случаѣ удалить посредствомъ иголъ. Такъ какъ подобную манипуляцію возможно произвесть только при соотвѣтственномъ увеличеніи, то это подходящій моментъ, чтобы познакомиться съ употребленіемъ простаго микроскопа (Simplex), или съ препарированіемъ посредствомъ сложнаго микроскопа (Compositum).

Прежде всего я предполагаю, что наблюдатель располагаетъ малымъ препарирнымъ микроскопомъ Цейсса (ср. стр. 6 введенія) или другимъ, подобной конструкціи. Надъ предметнымъ столикомъ (*ot*) этого малаго препарирнаго микроскопа (фиг. 12) находится дублетъ (*od*), помѣщающійся въ горизонтальной рукояткѣ, которая прикрѣплена къ столбику (*st*), могущему вращаться и передвигаться въ гильзѣ. Посредствомъ передвиганія производится

грубая установка, точная-же, напротивъ, достигается вращеніемъ винта *sr*.—Инструментъ привинчивается къ препарирной ножкѣ, приподнимающіяся колодки (*p*) которой служатъ во время препарированія опорою для рукъ. Инструментъ снабженъ двумя или тремя дублетами съ увеличеніемъ въ 15, 30 и 60 разъ; удобно, если есть лупа съ увеличеніемъ въ 5 и 10 разъ.

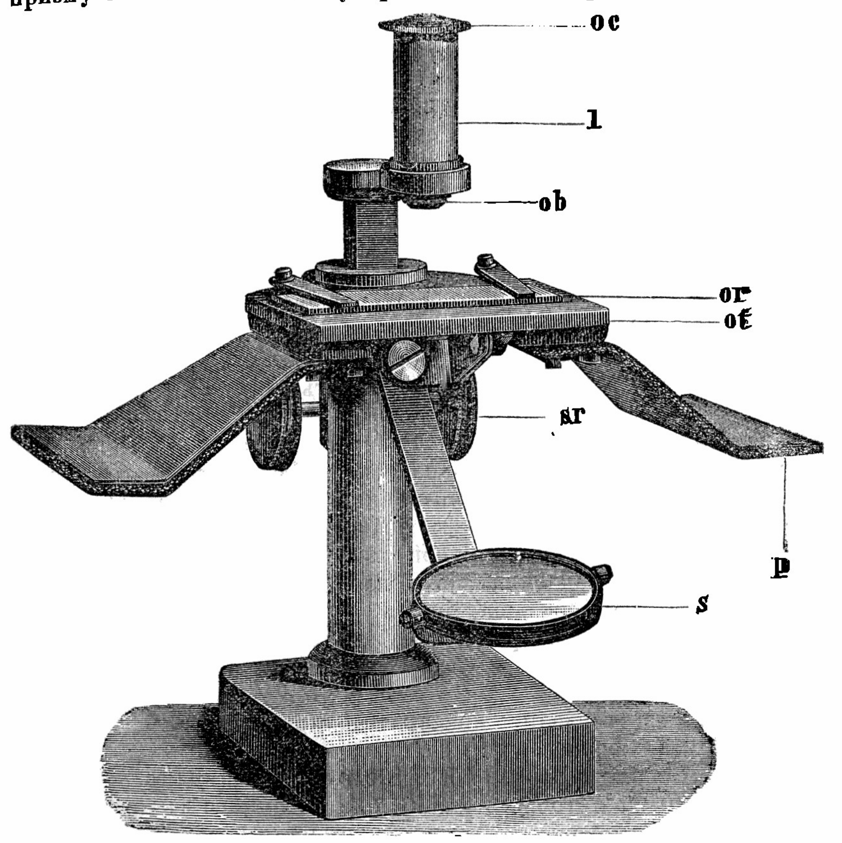


Фиг. 12. Малый препарирный микроскопъ Цейсса на препарирной ножкѣ, въ $^2/_3$ натур. величины. *ot* предметный столикъ, *d* дублетъ, *st* передвижная рукоятка, *sr* винтъ для точной установки, *s* зеркало, *p* колодки препарирной ножки

Большой препарирный микроскопъ Цейсса (ср. введеніе) или другой подобнаго устройства, снабженъ системою линзъ (фиг. 13, *l*), которая состоитъ изъ объектива (*ob*), представляющаго соединеніе трехъ ахроматическихъ стеколъ, трубки и ахроматическаго вогнутаго окуляра. Чтобы работать при слабомъ увеличеніи, употребляютъ одинъ объективъ, и тогда отвинчиваютъ трубку вмѣстѣ съ окуляромъ. Три линзы объектива тоже можно развинчивать и употреблять или одну только верхнюю, или двѣ верхнія, или-же всѣ три вмѣстѣ одновременно. Сообразно съ этимъ, получаемъ увеличенія въ 15, 20 и 30 разъ. Уста-

новка производится вращеніемъ головокъ винта (*sr*). Съ обѣихъ сторонъ предметнаго столика (*ot*) вставляютъ крылья (*p*), на которыхъ во время препарированія кладутъ руки.

Чтобы препарировать со сложнымъ микроскопомъ, надѣваютъ на 2 окуляръ Нашетовскую, обращающую изображеніе призму или замѣняютъ окуляръ такимъ, который соединенъ съ



Фиг. 13. Большой препарирный микроскопъ Цейсса, въ 1/2 натур. величины. *st* предметный столикъ, *p* крылья для рукъ, *sr* головки винта, *l* система линзъ: *ob* объективъ, *oc* окуляръ. На предметномъ столикѣ лежитъ предметная пластинка, укрѣпленная пружинными нажимами.

подобною призмою (ср. введеніе).—Или-же употребляютъ обращающій изображеніе окуляръ, который—какъ уже было упомянуто во введеніи—примѣнимъ только съ инструментами, имѣющими раздвижную трубку. Наконецъ, можно привыкнуть препарировать и просто со сложнымъ микроскопомъ, что, конечно,

сначала весьма трудно. Въ такомъ случаѣ необходимо производить движенія въ сторону, противуположную той, которую мы видимъ въ инструментѣ. — При препарированіи со сложнымъ микроскопомъ полезно имѣть двѣ соотвѣтственной величины колодки, которыя помѣщаютъ по обѣ стороны предметнаго столика, чтобы класть на нихъ руки.

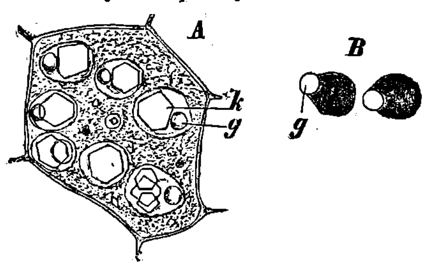
Но какимъ-бы инструментамъ для препарированія мы ни располагали, помѣщаемъ на его предметномъ столикѣ препаратъ, который желаемъ очистить отъ постороннихъ тѣлъ. Для этой цѣли употребляемъ самое слабое изъ имѣющихся у насъ увеличеній. При большомъ препарирномъ микроскопѣ Цейсса таковымъ было-бы увеличеніе въ 15 разъ. Фокусное разстояніе равняется въ такомъ случаѣ приблизительно 30 *mm*; но этотъ инструментъ имѣетъ даже и съ самымъ сильнымъ увеличеніемъ въ 100 разъ фокусное разстояніе въ 9 *mm*. Послѣ установки зеркала и изображенія, беремъ въ каждую руку снабженную рукояткою иглу (ср. введеніе), кладемъ руки на препарирныя колодки, вводимъ конецъ иголъ въ ось инструмента и пытаемся увидѣть обѣ иглы въ полѣ зрѣнія одновременно. Это вскорѣ удается, послѣ чего пробуемъ производить иглами необходимыя небольшія движенія. Легкая задача — удалить изъ препарата постороннія тѣла, вѣроятно вскорѣ удастся, послѣ чего мы покрываемъ каплю жидкости покровнымъ стеклышкомъ. Однако, если капля въ теченіи этого времени слишкомъ сгустилась, то мы ее предварительно еще разъ подогрѣваемъ.

Препараты въ глицериновой желатинѣ не требуютъ никакой дальнѣйшей заклейки, изготовленіе ихъ, поэтому, весьма просто; а такъ какъ большая часть растительныхъ объектовъ, даже окрашенныхъ, сохраняется въ глицериновой желатинѣ очень хорошо, то больше всего можно рекомендовать этотъ способъ.

Послѣ изготовленія препарата, предметную пластинку снабжаютъ на обоихъ концахъ предохранительными пластинками. Это кусочки картона, соотвѣтствующія ширинѣ предметной пластинки, на которыхъ дѣлаютъ относящіяся къ препарату замѣтки и которыя даютъ также возможность класть препараты одинъ на другой. На предохранительныхъ пластинкахъ слѣдуетъ надписывать прежде всего названіе растенія, предмета, сохраняющей среды, произведенной быть можетъ окраски и число. Предохранительныя пластинки лучше всего наклеивать посредствомъ Cristall-Palast-Lack'а, который можно получить въ большихъ аптекарскихъ магазинахъ. Если въ распоряженіи имѣется только гумми, то слѣдуетъ концы предметныхъ пластинокъ обклеить полосками бумаги, концы которой захватывали-бы другъ друга, и уже на эти полоски наклеивать предохранительныя пластинки, такъ какъ безъ этого онѣ легко отскакиваютъ.

Обратимся теперь къ сѣмянамъ бѣлаго люпина (Lupinus albus) или другаго сходнаго съ нимъ вида. Опять таки разрѣзываемъ сѣмя поперечно и дѣлаемъ разрѣзъ изъ смоченной плоскости разрѣза. Препараты, разсматриваемые въ водѣ, обнаруживаютъ округлыя алейроновыя зерна съ вакуолями. Если желаемъ видѣть зерна въ ихъ натуральной формѣ, то необходимо разсматривать препаратъ въ глицеринѣ. Зерна представляются сначала сильно преломляющими свѣтъ, угловатыми, постепенно они становятся внутри сѣтчатыми, зернистыми. Близко примыкая другъ къ другу, они наполняютъ всю клѣточку; между ними находится только небольшое количество основнаго вещества; больше основнаго вещества замѣчается у стѣнокъ клѣточки. Стѣнки клѣточекъ сильно утолщены и покрыты порами, структура, съ которою мы однако познакомимся позже, на болѣе удобныхъ объектахъ. Въ іодистомъ глицеринѣ зерна получаютъ прекрасную золотисто-желтую окраску.

Теперь очистимъ сѣмя Ricinus'а, разрѣжемъ его поперечно и сдѣлаемъ изъ него соотвѣтственные препараты. Ткань эндосперма рѣжется особенно хорошо, содержитъ очень много жира и потому не нуждается въ смачиваніи. Разрѣзы можно изслѣдовать въ водѣ, вредное вліяніе которой обнаруживается лишь постепенно, по мѣрѣ вытѣсненія изъ основнаго вещества масла. Заключенныя въ богатое масломъ основное вещество зерна (фиг. 14, *A*) содержатъ внутри себя большею частію одинъ, иногда впрочемъ два или большее число бѣлковыхъ кристалловъ и большею частію только одно круглое тѣло (глобоидъ), которое представляетъ неорганическое соединеніе, именно двойное соединеніе фосфорной кислоты съ известію и магнезіей. Отъ болѣе продолжительнаго дѣйствія воды основное вещество, въ которомъ находятся алейроновыя зерна, разрушается; около объекта и на немъ собираются большія массы масла. Эти послѣднія частію пристаютъ къ объекту и стеклу, имѣя въ такомъ случаѣ неправильную форму, или-же лежатъ свободно, и тогда имѣютъ шаровидную форму. Большая часть ихъ наполнена многочисленными вакуолями. Если сдѣлать установку относительно оптическаго разрѣза такого шарика масла, то онъ представляется свѣтлосѣрымъ и окруженнымъ черным краемъ. При опусканіи трубки черный край исчезаетъ, и окраина кружка



Фиг. 14. Изъ эндосперма Ricinus communis. *A* эндоспермная клѣточка съ ея содержимымъ въ водѣ; *B* отдѣльныя алейроновыя зерна въ оливковомъ маслѣ; *g* глобоидъ, *k* бѣлковый кристалъ. Увел. 540.

становится болѣе свѣтлою. При подниманіи трубки черный край, узкій при средней установкѣ, становится шире. Такимъ образомъ, шарики масла обнаруживаютъ явленія противуположныя тѣмъ, которыя мы наблюдали въ пузырькахъ воздуха. Воздухъ преломляетъ свѣтъ слабѣе, а масло сильнѣе, нежели вода, — въ этомъ и заключается причина ихъ противуположнаго отношенія. Намъ необходимо запомнить это отношеніе и на будущее время. Тѣла, которыя преломляютъ свѣтъ слабѣе, нежели среда, въ которой ихъ подвергаютъ изслѣдованію, получаютъ тѣмъ меньшую свѣтлую внутреннюю часть и тѣмъ болѣе широкій черный край, чѣмъ глубже опускается трубка, между тѣмъ какъ сильнѣе преломляющія свѣтъ тѣла обнаруживаютъ тѣ-же явленія въ обратномъ порядкѣ.

Если теперь къ лежащему въ водѣ препарату прибавимъ у края покровнаго стеклышка алкоголя, то препаратъ нѣсколько просвѣтляется и одновременно рѣзко обозначаются въ алейроновыхъ зернахъ бѣлковыя кристаллы. Теперь они такъ явственны, что этотъ методъ годится, чтобы познакомиться съ ихъ формою. Это кристаллы тетраэдрической геміэдріи правильной системы. [2]) Отъ болѣе продолжительнаго дѣйствія алкоголя капли масла исчезаютъ все болѣе и болѣе, такъ какъ рицинное масло, въ противуположность другимъ жирнымъ масламъ, смѣшивается съ алкоголемъ. — Сдѣлаемъ теперь другой препаратъ, который положимъ на предметное стеклышко въ каплю безводной уксусной кислоты (Eisessig) и накроемъ покровнымъ стеклышкомъ. Бѣлковые кристаллы въ алейроновыхъ зернахъ разбухаютъ и исчезаютъ, объемъ алейроновыхъ зеренъ значительно увеличивается, глобоиды тоже увеличиваются и становятся рѣзко замѣтными. Но жирныхъ капель не видно, потому что рицинное масло, опять таки представляя исключеніе, смѣшивается съ безводной, уксусной кислотой. — Въ другихъ же случаяхъ именно алкоголь и безводная уксусная кислота, такъ какъ они не растворяютъ или весьма мало растворяютъ жирныя масла и растворяютъ эѳирныя, представляютъ самые лучшіе реактивы, чтобы различать эти масла подъ микроскопомъ. Изъ эѳирныхъ маслъ въ обоихъ вышеназванныхъ реактивахъ терпены растворяются нѣсколько труднѣе остальныхъ. Хлороформъ и эѳиръ растворяютъ жирныя и эѳирныя масла одинаково.

Къ лежащему въ водѣ препарату прибавимъ разбавленной водою тинктуры альканны. Тотчасъ же жирныя массы вбираютъ красящее вещество и окрашиваются въ краснобурый цвѣтъ, отношеніе которое обнаруживаютъ также эѳирныя масла и смолы.

Гематоксилинъ, прибавленный къ глицериновымъ препаратамъ въ незначительномъ количествѣ, окрашиваетъ бѣлковые кристаллы въ прекрасный фіолетовый цвѣтъ. — Въ оливковомъ

маслѣ бѣлковые кристаллы не замѣтны, но все зерно представляется въ видѣ сильно преломляющаго свѣтъ, округлаго образованія, въ одномъ концѣ котораго глобоидъ представляется въ видѣ вокуоли (фиг. 14 *B*). Бѣлковые кристаллы прекрасно обнаруживаются также, если положить разрѣзы въ 1% осміевую кислоту; они постепенно принимаютъ въ этомъ случаѣ буроватый оттѣнокъ. Отъ дѣйствія 1% осміевой кислоты масло постепенно чернѣетъ, свойство, общее какъ жирнымъ, такъ и эѳирнымъ масламъ, но нехарактерное для нихъ, такъ какъ и многія другія органическія вещества чернѣютъ при дѣйствіи осміевой кислоты.

Прекрасные бѣлковые кристаллы, легко обнаруживающіе всѣ реакціи на бѣлокъ, находимъ въ эндоспермѣ Bertholletia excelsa, покупныхъ американскихъ орѣховъ. Разрѣзы изъ нихъ тоже получаются чрезвычайно легко. Если къ лежащему въ водѣ препарату прибавить абсолютнаго алкоголя, то бѣлковые кристаллы выступаютъ очень рѣзко. На жирное масло алкоголь оказываетъ незамѣтное дѣйствіе. Оно не измѣняется также и отъ прибавленія чистой уксусной кислоты, между тѣмъ какъ бѣлковые кристаллы въ ней растворяются. — Въ 1% осміевой кислотѣ кристаллы становятся весьма замѣтными. Эти кристаллы столь велики, что форму ихъ можно хорошо разсмотрѣть даже при сравнительно небольшомъ увеличеніи. Возлѣ кристалла лежитъ глобоидъ, въ данномъ случаѣ именно въ видѣ аггрегата округлыхъ образованій. Основное вещество очень богато жиромъ и отъ дѣйствія 1% осміевой кислотѣ постепенно чернѣетъ. Вскорѣ и зернистое содержимое алейроновыхъ зеренъ получаетъ темную окраску, между тѣмъ какъ кристаллы лишь медленно окрашиваются въ желтый цвѣтъ. Кристаллы эти оптически-одноносны, гексагональной системы, ромбоэдро-гемиэдрическіе.

Примѣчаніе къ II-му упражненію.

[1]) Срав. Pfeffer, Jahrb. f. wiss. Bot. VIII. pag. 429, тамъ-же и прочая литература.

[2]) Schimper, Unters. ü. d. Protëinkrystalle d. Pfl. Inaug.-Diss. Strasburg. 1878.

III. Упражненіе.

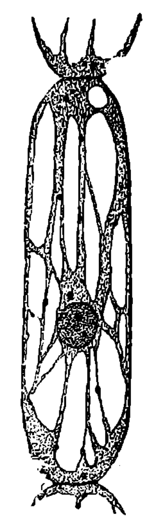
Движеніе протоплазмы. Клѣточное ядро. Рисованіе при помощи камеры. Опредѣленіе увеличенія.

Обратимся теперь къ изученію явленій движенія живой протоплазмы и для этой цѣли возьмемъ, какъ самый лучшій объектъ, — волоски, покрывающіе тычинки у традесканцій. — Tradescantia virginica и другіе близкіе къ ней виды разводятся во всѣхъ ботаническихъ садахъ и цвѣтутъ съ мая до поздней осени.—Въ каждомъ цвѣткѣ легко замѣтить длинные фіолетовые волоски.—Для изслѣдованія слѣдуетъ брать волоски изъ раскрывающагося или только что раскрывшагося цвѣтка. Препаратъ приготовляютъ такимъ образомъ, что помощью пинцета отдѣляютъ пучекъ волосковъ и переносятъ ихъ на предметное стекло въ каплю воды. Можно помѣстить подъ покровное стеклышко и цѣлую тычиночную нить, отдѣливъ отъ нея предварительно пыльникъ; въ послѣднемъ случаѣ между отдѣльными волосками остаются воздушные пузырьки, удалить которые бываетъ довольно затруднительно. Удобнѣе всего сдѣлать это помощью тонкой кисточки, которую проводятъ по волоскамъ, придерживая ихъ у основанія. Затѣмъ покрываютъ препаратъ покровной пластинкой. Большая часть волосковъ остается неповрежденной, если только воздухъ былъ удаленъ съ достаточною осторожностью.

Взятыя для изслѣдованія волоски состоятъ изъ многочисленныхъ, боченкообразной формы клѣтокъ, расположенныхъ въ одинъ рядъ. Въ съуженныхъ мѣстахъ волоска лежатъ поперечныя перегородки, отдѣляющія сосѣднія клѣтки другъ отъ друга. Каждая клѣтка (фиг. 15) содержитъ тонкій, стѣнкоположный слой протоплазмы и пронизывается внутри многочисленными протоплазматическими нитями различной толщины.

Клѣточное ядро подвѣшено на этихъ нитяхъ и окружено цѣльнымъ слоемъ протоплазмы (немного ниже средины клѣтки на нашемъ рисункѣ). — Полость клѣтки, заключающая ядро и пронизанная протоплазматическими нитями, выполнена клѣточнымъ сокомъ, окрашеннымъ въ фіолетовый цвѣтъ. Протоплазма состоитъ изъ безцвѣтнаго тягучаго вещества, называемаго гіалоплазмой, заключающаго многочисленныя маленькія зернышки—микрозоматы или микрозомы.—Кромѣ микрозомовъ мы находимъ

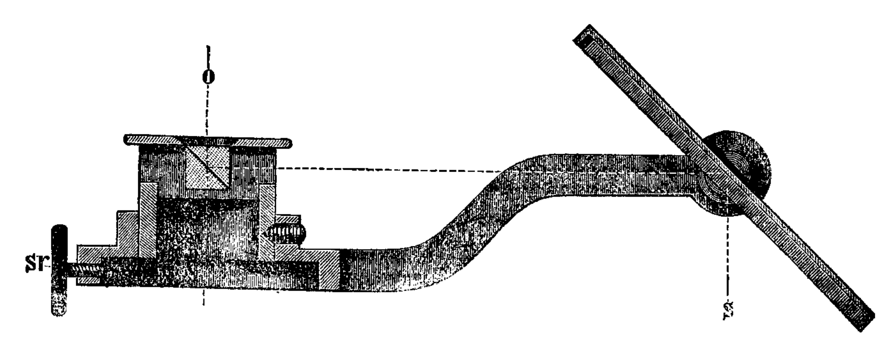
въ протоплaсмѣ болѣе или менѣе многочисленныя, крупныя и сильно преломляющiя свѣтъ зерна, которыя назовемъ лейкопластами или крахмалообразователями. Установивъ объективъ микроскопа на стѣнкоположномъ слоѣ протоплaсмы, мы замѣтимъ, что онъ въ цѣломъ не обнаруживаетъ движенiя, но что внутри его проходятъ тонкie, анастомозирующie въ видѣ сѣки, токи протоплaсмы. Въ нитяхъ, пронизывающихъ полость, эти токи особеннно сильны.—Токи протоплaсмы имѣютъ различную толщину; они анастомозируютъ между собою помощью боковыхъ вѣтвей и центромъ ихъ служитъ клѣточное ядро; большинство нитей соединяются съ участкомъ протоплaсмы, окружающимъ ядро —Часто въ отдѣльныхъ нитяхъ токъ идетъ только по одному направленiю; въ иныхъ случаяхъ легко замѣтить два противоположныя направленiя тока даже въ весьма тонкихъ нитяхъ. Движенiе замѣтно по микрозомамъ и лейкопластамъ, погруженнымъ въ протоплaсму. При продолжительномъ наблюденiи можно убѣдиться, что нити мало по малу мѣняютъ свою толщину и расположенiе, образуются новыя боковыя соединительныя вѣтви, старыя нерѣдко утончаются посрединѣ. разрываются и переходятъ на другiя нити. Такимъ образомъ общая картина мѣняется постоянно. Клѣточное ядро имѣетъ почти шарообразную форму, въ нѣкоторыхъ случаяхъ овальную или немного сплющенную.—При самыхъ сильныхъ увеличенiяхъ, какими мы располагаемъ, ядро кажется мелко-точечнымъ и въ немъ можно различать нѣсколько крупныхъ зернышекъ (ядрышекъ). Иногда въ клѣткѣ лежатъ другъ подлѣ друга два ядра, происшедшiя вслѣдствiе дѣленiя ядра первичнаго. Ядро, подвѣшенное на нитяхъ, движется какъ на буксирѣ въ разныя стороны и медленно перемѣщается съ мѣста на мѣсто. Чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно сдѣлать на бумагѣ рисунокъ клѣтки и сравнить препаратъ съ этимъ рисункомъ по истеченiи нѣкотораго времени. — Сдѣлать такой рисунокъ вполнѣ точно возможно лишь при помощи рисовальной призмы и только такой рисунокъ можетъ имѣть рѣшающее значенiе при позднѣйшемъ сравненiи.—Въ виду этого постараемся тотчасъ-же ознакомиться съ употребленiемъ такой рисовальной призмы.



Фиг. 15. Клѣтка тычиночнаго волоска Tradescantia virginica. Увелич. 240.

Камера люцида по Аббе, рекомендованная во введенiи и изображенная въ идеальномъ продольномъ разрѣзѣ на фиг. 15, помѣщается, послѣ установки изображенiя, на окуляръ и прикрѣпляется къ нему помощью боковаго винтика. Удобнѣе всего вынуть окуляръ изъ трубки микроскопа и тогда привинтить къ нему камеру. Продѣлывая это на микроскопѣ, легко опустить

трубку внизъ и раздавить препаратъ. Когда окуляръ съ камерою вставленъ въ трубку микроскопа - устанавливаютъ зеркало камеры или впередъ, если работаютъ лѣвымъ глазомъ, или вправо, если правымъ и наклоняютъ его подъ угломъ въ 45°, какъ представлено на фигурѣ. — Если теперь смотрѣть черезъ камеру внизъ въ окуляръ, то видно изображеніе предмета, лежащее въ полѣ зрѣнія микроскопа. Теперь ставятъ подлѣ микроскопа горизонтальный пюпитръ для рисованія, имѣющій вышину, равную вышинѣ предметнаго столика; на пюпитръ кладутъ листъ бумаги и къ бумагѣ прикасаются кончикомъ карандаша.- Если послѣдній находится подъ зеркаломъ въ направленіи *s*, то онъ долженъ быть видѣнъ вмѣстѣ съ изображеніемъ предмета въ полѣ зрѣнія микроскопа; становится онъ замѣтнымъ благодаря двоякому отраженію, во-первыхъ отъ большаго зеркала камеры, во-вторыхъ отъ высеребренной поверхности маленькой призмы, находящейся подъ окуляромъ (ср. фиг. 15);



Фиг. 15. Камера люцида по Аббе, въ естеств. велич. Идеальный продольный разрѣзъ. Направленіе лучей обозначено линіями. *o*—направленіе, по которому смотритъ глазъ наблюдателя. *s* — направленіе, перпендикулярное къ поверхности рисовальной бумаги. *sr* — винтъ.

въ тоже время микроскопическое изображеніе предмета видно черезъ отверстіе въ той-же маленькой призмѣ.—Если поверхность рисовальнаго пюпитра лежитъ не на разстояніи яснаго видѣнія наблюдателя, — то кончикъ карандаша видѣнъ не рѣзко. Тогда пюпитръ слѣдуетъ поднять вверхъ или, что очень рѣдко, опустить ниже. Получаютъ желаемую высоту пюпитра, подкладывая подъ него книги различной толщины. Микроскопическое изображеніе видно хорошо на рисовальной поверхности лишь въ томъ случаѣ, если между ними существуетъ извѣстное соотношеніе въ ихъ яркости. Затѣненіе рисовальной поверхности можетъ быть произведено посредствомъ подвижныхъ дымчатыхъ стеколъ, укрѣпленныхъ на камерѣ. — Послѣ установки обводятъ кончи-

комъ карандаша контуры предмета, какъ бы рисуя въ полѣ зрѣнія микроскопа.

Вторая, упомянутая во введеніи камера, изображена на фиг. 2 въ томъ положеніи, въ какомъ она должна находиться при рисованіи.—Она имѣетъ то преимущество, что можетъ постоянно оставаться на инструментѣ; въ то же время работать съ нею, послѣ нѣкотораго упражненія, весьма удобно. Она состоитъ изъ двухъ наклонно другъ къ другу стоящихъ призмъ, въ одной общей оправѣ. Лучи, идущіе отъ карандаша, вслѣдствіе двоякаго отраженія въ призмахъ, получаютъ направленіе, параллельное оси микроскопа и слѣдовательно совпадаютъ съ лучами идущими непосредственно отъ предмета. — Камера приводится въ наклонное положеніе, явствующее изъ рисунка и устанавливается такимъ образомъ, что ея передній край, видимый черезъ отверстіе оправы, дѣлитъ на двѣ равныя половины свѣтлый кругъ, замѣчаемый на окулярѣ при разсматриваніи его сверху. Если теперь, двигая голову въ сторону, мы не замѣчаемъ смѣщенія этого круга къ краю призмы, то послѣдняя стоитъ на нужной высотѣ.—Рисунокъ дѣлаютъ на наклонномъ пюпитрѣ, который ставится впереди микроскопа. При нѣкоторомъ стараніи, вскорѣ удастся замѣтить кончикъ карандаша на рисовальной бумагѣ и очертить имъ контуры предмета.—Для того чтобы предметъ на рисункѣ не являлся искривленнымъ, пюпитръ долженъ имѣть опредѣленный наклонъ.—Для опредѣленія такого наклона мы можемъ примѣнить пріемъ, быстро ведущій къ цѣли; именно: нарисуемъ при помощи нашей призмы контуръ поля зрѣнія микроскопа; если пюпитръ имѣетъ надлежащій наклонъ — то получится кругъ; если-же на рисункѣ получается не кругъ, а элипсисъ, то ясно что наклонъ пюпитра неправиленъ и долженъ быть измѣняемъ до тѣхъ поръ, пока не получится кругъ. Мы можемъ поступить и иначе. — Установивъ при болѣе сильномъ увеличеніи, упомянутый во введеніи, предметный микрометръ, представляющій одинъ милиметръ, раздѣленный на 100 ч., мы повернемъ его на 90° такъ, чтобы дѣленія располагались одно за другимъ впередъ.—Если поверхность столика микроскопа слишкомъ мала и не позволяетъ вращать предметнаго микрометра, то слѣдуетъ измѣнить положеніе микроскопа на 90°, причемъ, естественно ,измѣняется также и положеніе зеркала. Если инструментъ нашъ снабженъ подвижною верхнею частью, то, понятно, мы ограничиваемся передвиженіемъ только этой послѣдней; вообще подвижная верхняя часть микроскопа и подвижной предметный столикъ чрезвычайно удобны при рисованіи, предоставляя намъ возможность дать предмету желаемое положеніе.— Установивъ микрометръ надлежащимъ образомъ, нанесемъ дѣленія его съ помощью нашей камеры на бумагу рисовальнаго пю-

питра; дѣленія эти будутъ располагаться одно за другимъ въ восходящемъ направленіи. Нанести эти дѣленія на бумагу вполнѣ точно—удается безъ особеннаго труда, слѣдуетъ только постоянно имѣть въ виду одинъ и тотъ-же ихъ край, потому что дѣленія имѣютъ опредѣленную толщину.—Если разстояніе между черточками, нанесенными на бумагу, остается одинаковымъ на различныхъ высотахъ — то пюпитръ имѣетъ надлежащій наклонъ если же это разстояніе увеличивается постепенно кверху — то пюпитръ слѣдуетъ постáвить нѣсколько болѣе отвѣсно; если оно уменьшается—то менѣе отвѣсно. Впрочемъ въ виду того, что масштабъ нашъ имѣетъ нѣкоторыя недостатки, необходимо сдѣлать изображенія различныхъ его участковъ; тогда мы найдемъ, что пюпитръ нашъ долженъ имѣть наклонъ приблизительно въ 25^0.

Рисункомъ, сдѣланнымъ нами на пюпитрѣ съ правильнымъ наклономъ, мы можемъ воспользоваться для того, чтобы опредѣлить его увеличеніе. — Мы знаемъ, что дѣленія, срисованныя нами, отстоятъ другъ отъ друга на $0._{01}$ *mm.*; если теперь на нашемъ рисункѣ они отстоятъ на $2,_4$ *mm.* то очевидно увеличеніе рисунка будетъ 240. Этотъ методъ — самый простой и самый лучшій для опредѣленія величины микроскопическихъ объектовъ. Если мы успѣли пріобрѣсть навыкъ достаточный для того, чтобы вполнѣ точно передавать на рисункѣ даже незначительныя различія въ величинѣ и если въ тоже время мы знаемъ точно увеличеніе сдѣланнаго нами рисунка, то намъ достаточно взять помощью циркуля размѣръ рисунка и раздѣлить его на это увеличеніе, чтобы получить настоящій размѣръ предмета.— Пусть напримѣръ клѣтка волоска традесканціи при увеличеніи въ 240 разъ имѣетъ ширину ровную 9 *mm*; тогда настоящая ея ширина будетъ равняться $0,_{0375}$ *mm.*—Этотъ способъ опредѣленія увеличенія даетъ столь точные результаты, что при нашихъ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ мы имъ однимъ и ограничимся.

Вернемся теперь къ клѣткѣ нашего волоска и попытаемся сдѣлать ея рисунокъ, пользуясь одною изъ описанныхъ нами рисовальныхъ камеръ. Въ виду отсутствія во второй изъ этихъ камеръ какихъ-бы то ни было приспособленій для регулированія освѣщенія, мы должны стараться достигнуть одинаковой яркости въ освѣщеніи рисовальной поверхности и поля зрѣнія микроскопа иными способами: или затѣняя рисовальную поверхность или измѣняя положеніе зеркала.—Для рисованія станемъ употреблять плотный и гладкій картонъ и графитовые карандаши.—Во избѣжаніе порчи готовыхъ уже рисунковъ вслѣдствіе стиранія, слѣдуетъ покрывать ихъ слоемъ раствора гумми.

Сдѣлавъ общій абрисъ клѣтки волоска, отмѣтивъ положеніе въ ней ядра и направленіе токовъ, сравнимъ этотъ нашъ рисунокъ съ объектомъ по прошествіи одного часа. Какъ было уже сказано выше, мы найдемъ, что втеченіи этого времени распредѣленіе токовъ измѣнилось и ядро занимаетъ въ клѣткѣ иное положеніе.

Съ цѣлью убѣдиться въ томъ, что клѣтки волоска въ отношеніи движенія протопласмы вполнѣ независимы другъ отъ друга и что клѣточная оболочка не оказываетъ на это движеніе никакого вліянія, подѣйствуемъ на волосокъ какой либо нейтральной или воду отнимающей жидкостью. Прибавимъ напр. къ каплѣ воды, въ которой лежитъ волосокъ, концентрированнаго раствора сахара или, еще лучше, глицерина; прибавлять такую жидкость слѣдуетъ у края покровной пластинки. Черезъ нѣкоторое время реактивъ начинаетъ отнимать воду у клѣточнаго сока, вслѣдствіе чего появляется соотвѣтственное съеживаніе протопламастическаго мѣшечка клѣтокъ; онъ отстаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ отъ клѣточной оболочки. Это съеживаніе протоплазмы подъ вліяніемъ воду отнимающахъ веществъ получило названіе — пласмолизе. — При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что вначалѣ такого съеживанія протоплазмы— движеніе въ ней и даже въ тѣхъ ея мѣстахъ, которыя отстали отъ стѣнокъ,—не прекращается. Впрочемъ вскорѣ при дальнѣйшемъ процессѣ съеживанія движеніе останавливается. Въ большинствѣ случаевъ удается возстановить вновь движеніе протоплазмы, удаляя воду отнимающее вещество и замѣняя его чистою водою. Съ этою цѣлью у одного края покровной пластинки прибавляютъ воду, у другаго противоположнаго помѣщаютъ кусочки пропускной бумаги, высасывающіе жидкость, находившуюся подъ пластинкой. Въ этомъ случаѣ обыкновенно протоплазматическій мѣшокъ снова расширяется и занимаетъ прежнее свое положеніе. Случается, что во время съеживанія протоплазмы отъ нея отдѣляются участки, округляющіеся и остающіеся у стѣнки; эти отдѣлившіеся шары при послѣдующемъ расширеніи протоплазмы могутъ снова войти въ ея составъ.

Весьма легко убѣдиться въ томъ, что, при описанномъ съеживаніи содержимаго клѣтки, пигментъ не дифундируетъ черезъ живую протоплазму, вслѣдствіе чего клѣточный сокъ получаетъ болѣе темную окраску. Совершенно иное явленіе мы наблюдаемъ въ клѣткахъ мертвыхъ. Подѣйствуемъ напр. на волосокъ абсолютнымъ алкоголемъ. Протоплазма умерщвляется моментально и получаетъ способность впитывать въ себя красящія вещества. Она отнимаетъ у клѣточнаго сока его фіолетовый пигментъ и окрашивается вмѣстѣ съ ядромъ въ темно-фіолетовый цвѣтъ. Клѣточный сокъ становится вслѣдствіе этого очень свѣтлымъ. Фіолетовый пигментъ можетъ теперь дифундировать

черезъ протоплазму и распространяться въ окружающей жидкости.

Если наблюдатель не имѣетъ въ своемъ распоряженіи цвѣтковъ традесканцій, то приходится обратиться къ волоскамъ другихъ растеній. Весьма удобный объектъ представляютъ волоски, покрывающіе молодые побѣги различныхъ видовъ тыквы (Cucurbita). Такой волосокъ срѣзывается бритвою у основанія и переносится на предметное стекло въ каплю воды. Болѣе крупные волоски у основанія своего многоклѣтчаты и переходятъ затѣмъ въ одинъ постепенно заостряющійся рядъ клѣтокъ; другіе имѣютъ многоклѣтчатыя головки. Сѣть протоплазмы въ этихъ клѣткахъ развита очень сильно, содержитъ микрозомы и въ небольшомъ количествѣ болѣе крупныя хлорофилловыя зерна. Клѣточное ядро значительной величины, подвѣшено на протоплазматическихъ нитяхъ, содержитъ блестящее ядрышко и передвигается въ клѣткѣ по различнымъ направленіямъ.

Весьма своеобразный объектъ представляютъ корневые волоски Hydrocharis morsus ranae. Для изслѣдованія нужно брать молодые и свѣжіе корни съ прочными волосками; послѣдніе видны простымъ глазомъ. Отрѣжемъ всю корневую верхушку и быстро перенесемъ ее на предметное стеклышко въ достаточное количество воды; препаратъ покроемъ покровной пластинкой самаго крупнаго размѣра, какой имѣется въ нашемъ распряженіи. Затѣмъ произведемъ установку, при чемъ вслѣдствіе значительной толщины объекта не всѣ мѣста будутъ доступны изслѣдованію съ сильными увеличеніями, такъ какъ объективъ будетъ приходить въ соприкосновеніе съ покровнымъ стекломъ.—Корневые волоски очень длины, трубчатой формы и, подобно всѣмъ другимъ корневымъ волоскамъ, одноклѣтны. Протоплазма, заключающася въ нихъ въ значительномъ количествѣ, находится въ сильномъ движеніи. Мы не видимъ здѣсь однако многочисленныхъ, сѣтчато развѣтвленныхъ нѣжныхъ токовъ, а взамѣнъ этого одинъ крупный, замкнутый токъ протоплазмы, движущійся по стѣнкѣ. Мы назовемъ эту форму движенія протоплазмы—ротаціей и станемъ отличать ее отъ прежде описаннаго движенія — циркуляціи. Этотъ замкнутый токъ представляется въ видѣ широкой замкнутой ленты, скрученной слабо винтообразно, которая, будучи изображена въ одной плоскости, образовала бы фигуру въ видѣ растянутой цыфры8.—Однако не слѣдуетъ представлять себѣ движенія такимъ образомъ, будтоэта лента скручена внутри клѣтки какъ одно связное цѣлое, потому что во время движенія сосѣднія частицы мѣняютъ постоянно свое взаимное положеніе. — Оба противуположно направленные тока не граничатъ непосредственно другъ съ другомъ, но отдѣлены полоской

протоплазмы, остающейся въ покоѣ. Эта «безразличная полоска» представляетъ чрезвычайно тонкій слой протоплазмы.

Весьма поучительные препараты для ротаціи протоплазмы даютъ листья Vallisneria spiralis, растенія разводимаго во всѣхъ ботаническихъ садахъ, и часто даже въ комнатахъ. Для изслѣдованія нужно взять крупный листъ и приготовить разрѣзъ изъ нижней его части. Съ этою цѣлью лучше всего помѣстить узкій и длинный листъ на указательный палецъ придерживая его съ двухъ сторонъ среднимъ и большимъ пальцемъ. Затѣмъ дѣлаютъ плоскостной разрѣзъ, ведя бритву параллельно длинной оси листа. Нужно стараться получить при этомъ пластинку толщиною въ половину толщины листа и эту пластинку положить въ каплю воды на предметное стекло эпидермисомъ внизъ. Приставшій къ препарату воздухъ дѣлаетъ нѣкоторыя его мѣста неясными, но во всякомъ случаѣ найдутся другія участки, гдѣ можно безъ всякой помѣхи производить наблюденіе.—Обыкновенно проходитъ нѣкоторое время прежде чѣмъ движеніе становится замѣтнымъ.—Лучше всего наблюдать его въ широкихъ вытянутыхъ клѣткахъ, лежащихъ въ срединѣ листа. При низкой температурѣ комнаты движеніе происходитъ очень медленно, и этому можно помочь подогрѣвая немного предметное стеклышко. Токъ протоплазмы движется вокругъ всей клѣтки, не уклоняясь значительно отъ направленія параллельнаго длинной ея оси. Безразличная полоска имѣетъ значительную ширину.—Токъ увлекаетъ съ собою зеленыя хлорофилловыя зерна и клѣточное ядро, имѣющее форму плоскаго кружка; — послѣднее по временамъ дѣлается замѣтнымъ, въ большинствѣ случаевъ оно маскируется хлорофилловыми зернами. Нерѣдко на мѣстѣ загиба ядро останавливается, слѣдующія за нимъ хлорофилловыя зерна начинаютъ здѣсь скопляться и затѣмъ черезъ минуту все это вмѣстѣ увлекается токомъ дальше. Направленіе движенія мѣняется въ различныхъ клѣткахъ безъ всякой правильности.—Если подѣйствовать на разрѣзъ глицериномъ или растворомъ сахара, то протоплазма отстаетъ отъ стѣнокъ и тогда легко замѣтить, что въ первый моментъ съеживанія протоплазма не прекращаетъ своего движенія.

Самые сильные изъ извѣстныхъ для растительныхъ клѣтокъ токовъ протоплазмы мы встрѣчаемъ у представителей группы Characeae. Для изученія ихъ мы должны запастись экземплярами рода Nitella, потому что у другаго рода этой группы Chara междоузлія покрыты корою, а вслѣдствіе этого непрозрачны; между тѣмъ для наблюденія особенно удобны именно междоузлія. Взявъ для изслѣдованія молодые членики растенія, мы тотчасъ-же убѣдимся въ томъ, что слои протоплазмы, находящіеся во враіценіи, имѣютъ весьма значительную толщину. Наружный слой протоплазмы, въ которомъ лежатъ хлорофилло-

вые зерна,—неподвиженъ и въ данномъ случаѣ онъ сравнительно довольно толстъ; въ другихъ подобныхъ случаяхъ неподвижный слой этотъ такъ тонокъ, что ускользаетъ отъ наблюденія, между тѣмъ и въ раньше изслѣдованныхъ нами объектахъ самый наружный плотный, такъ называемый кожистый слой протоплазмы не принималъ никакого участія въ движеніи. На стѣнкѣ междоузлія Nitella замѣчается свѣтлая, легкобросающаяся въ глаза полоска, восходящая въ косомъ направленіи и свободная отъ хлорофилловыхъ зеренъ; этой полоскѣ соотвѣтствуетъ безразличная полоса въ токѣ протоплазмы. Здѣсь повторяется то-же самое явленіе, какое мы видѣли въ волоскахъ Hydrocharis, гдѣ въ безразличной полосѣ протоплазматическій слой являлся также крайне редуцированнымъ. Клѣтки, образующія междоузлія у Characeae, содержатъ много ядеръ; токъ протоплазмы увлекаетъ съ собою эти многочисленныя, удлиненной формы ядра, но они бываютъ замѣтны въ видѣ свѣтлыхъ пятнышекъ только въ очень рѣдкихъ и благопріятныхъ случаяхъ. Съ клѣточными ядрами не слѣдуетъ смѣшивать круглыхъ шаровъ, замѣчаемыхъ въ токѣ протоплазмы въ большемъ или меньшемъ числѣ; шары эти имѣютъ или гладкую поверхность или покрыты шипами; ихъ значеніе до сихъ поръ не выяснено окончательно; быть можетъ они представляютъ собою запасныя вещества.

IV. Упражненіе.

Хроматофоры, окрашенный клѣточный сокъ.

Мы имѣли уже случай ознакомиться вкратцѣ со строеніемъ хлорофилловыхъ зеренъ и съ тѣлами въ нихъ отложенными; теперь еще разъ обратимъ наше вниманіе спеціально на эти образованія. — Съ этою цѣлью мы возьмемъ мохъ, Funaria hygrometrica, встрѣчающійся повсюду и содержащій крупныя хлорофилловыя зерна чечевицеобразной формы; однослойныя листья его могутъ быть изслѣдуемы безъ всякой предварительной препарировки. Въ каждой клѣткѣ мы увидимъ многочисленныя хлорофилловыя зерна, значительной величины; у растеньица, подвергавшагося вліянію разсѣяннаго свѣта, зерна эти лежатъ только у свободныхъ клѣточныхъ стѣнокъ, т. е. у тѣхъ, которыя образуютъ верхнюю и нижнюю поверхность листа; такимъ образомъ зерна представляютъ взору наблюдателя свою широкую сторону; разсматриваемыя въ профиль они значительно уже и это легко

наблюдать на одиночныхъ зернахъ, лежащихъ у боковыхъ стѣнокъ. Весьма часто въ одной и тей же клѣткѣ можно найдти всѣ стадіи дѣленія хлорофилловаго зерна (фиг. 16).—Покоющееся зерно имѣетъ почти шарообразную форму; затѣмъ оно становится элиптическимъ, далѣе бисквитовиднымъ и, наконецъ, дѣлится на два. Молодыя дочернія зерна остаются нѣкоторое время во взаимномъ соприкосновеніи. — Крахмальныя зерна, отложенныя въ хлорофилловыхъ, можно наблюдать, смотря по ихъ величинѣ, съ большею или меньшею легкостью. Они выступаютъ весьма рѣзко въ тѣхъ случаяхъ, когда хлорофилловыя зерна изъ поврежденной клѣтки попадаютъ въ окружающую воду и начинаютъ дезорганизоваться. Для этого слѣдуетъ помощью острыхъ ножницъ разрѣзать листъ на мелкія кусочки: крахмальныя зерна, освободившіяся изъ дезорганизовавшихся хлорофилловыхъ, разбухаютъ въ водѣ, увеличиваются въ объемѣ и даютъ окрашиваніе съ іодомъ. Напротивъ цѣльное, неповрежденное хлорофилловое зерно окрашивается съ іодомъ въ бурый цвѣтъ, вслѣдствіе сочетанія синей окраски крахмала, съ темно-бурой протоплазмы и зеленой хлорофилла. Для того, чтобы получить реакцію на іодъ въ неповрежденномъ зернѣ, слѣдуетъ взять для изслѣдованія листья, пролежавшіе долгое время въ алкоголѣ и обезцвѣтившіеся. Хлорофилловыя зерна такихъ листьевъ безцвѣтны; крахмалъ, въ нихъ заключенный, по мѣрѣ проникновенія іоднаго раствора, принимаетъ окраску раньше, чѣмъ протоплазма. Реакція на іодъ выступаетъ еще яснѣе, если препаратъ былъ обработанъ предварительно ѣдкимъ кали, вызывающимъ разбуханіе крахмальныхъ зеренъ.— Этотъ послѣдній пріемъ даетъ возможность доказать присутствіе въ хлорофилловыхъ тѣлахъ ничтожнѣйшихъ количествъ крахмала [1]). Со свѣжими хлорофилловыми зернами это удается при обработкѣ ихъ растворомъ 5 ч. хлоральгидрата въ 1 ч. воды, [2]) къ которому прибавляется на предметномъ стеклышкѣ немного іодной тинктуры.—Хлорофиллъ растворяется и черезъ нѣсколько минутъ листъ становится безвѣтнымъ; въ то-же время хлорофилловое зерно, вмѣстѣ съ отложенными въ немъ зернами крахмала, разбухаютъ и послѣднія получаютъ явственную синюю окраску. Точно такъ-же и листья, обезцвѣченные въ спиртѣ, при обработкѣ ихъ только что указаннымъ растворомъ, обнаруживаютъ присутствіе въ хлорофилловыхъ зеренахъ крахмала, окрашивающагося въ синій цвѣтъ, въ то время, какъ хлорофилловыя зерна остаются неокрашенными. Хлорофилловыя зерна, обезцвѣченные въ спиртѣ, можно окрасить хорошо весьма слабымъ воднымъ растворомъ метиль-фіолета или генціана фіолета; клѣточные оболочки окрашиваются также при этомъ, но зерна яв-

Фиг. 16. Хлорофилловыя зерна изъ листа Funaria hygrometrica.

ляются болѣе темными и благодаря этому выступаютъ гораздо рѣзче.

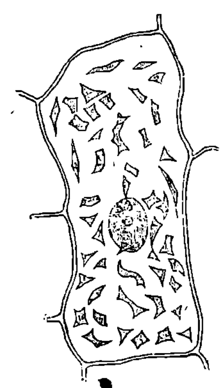
При сильныхъ увеличеніяхъ хлорофилловыя зерна листьевъ Funaria кажутся усѣянными нѣжными точками, что указываетъ на ихъ сѣтчатое строеніе.

Такіе-же результаты какъ съ листьями Funaria получаются и при изслѣдованіи предростцевъ папоротниковъ, такъ что эти два объекта могутъ замѣнять другъ друга.—Предростцы встрѣчаются всегда въ оранжереяхъ, въ которыхъ культивируются папоротники; выборъ того или инаго вида въ данномъ случаѣ для изслѣдованія безразличенъ.

Для того,чтобы познакомиться съ другими иначе окрашенными зернами[3]) обратимся прежде всего къ Tropaeolum majus.—Для изученія возьмемъ цвѣты только что распустившіеся, въ виду того, что въ старыхъ цвѣтахъ окрашенныя тѣла вскорѣ дезорганизуются. Препаратъ можно приготовить также помощью тонкаго пинцета: кончикъ его погружаютъ въ ткань и затѣмъ отрываютъ тонкую ея полоску. — Препаратъ кладутъ въ воду при чемъ эпидермисъ долженъ быть обращенъ вверхъ;—вслѣдъ за тѣмъ слѣдуетъ начать изслѣдованіе, такъ какъ вредное вліяніе воды на окрашенныя зерна обнаруживается весьма быстро. Край разрѣза обыкновенно поврежденъ, а потому для наблюденія нужно избирать совершенно неизмѣненныя клѣтки. Окрашенныя зерна — желтаго цвѣта, съ оранжевымъ оттѣнкомъ. Они веретенообразны, трех- или четырехугольныя (рис. 17); формы ихъ приближаются къ кристаллическимъ. — Неповрежденныя зерна совершенно однородны; при дѣйствіи воды они разбухаютъ, округляются и въ нихъ появляются небольшія пространства, наполненныя водою, такъ наз. вакуоли. Тѣла эти въ особенно значительномъ числѣ прилегаютъ къ внутренней стѣнкѣ эпидермальныхъ клѣтокъ верхней поверхности чашелистиковъ.—Бурыя полоски, замѣчаемыя на этой же поверхности чашелистиковъ, обязаны своимъ происхожденіемъ клѣткамъ эпидермиса, расположеннымъ рядами и наполненнымъ кармино-краснымъ клѣточнымъ сокомъ; эти клѣтки содержатъ кромѣ того и желтыя тѣла, но они маскируются окрашеннымъ сокомъ. Въ красныхъ клѣткахъ замѣтно въ большинствѣ случаевъ клѣточное ядро въ видѣ свѣтлаго пятнышка.

Въ лепесткахъ мы находимъ подобное же. — Для изслѣдованія можно взять или край пластинки или рѣсници, сидящія у ея основанія; воздухъ, приставшій къ поверхности мѣшаетъ наблюденію, но всегда можно найдти участки, свободные отъ воздуха или удалить его легкимъ надавливаніемъ на покровное стеклышко. Во всякомъ слу-

чаѣ при подобномъ изслѣдованіи чашелистикамъ должно быть оказано предпочтеніе въ виду того, что сосочки, покрывающіе поверхность лепестковъ, являются значительной помѣхой. Легко убѣдиться, что, за исключеніемъ бурыхъ полосокъ на двухъ нижнихъ лепесткахъ, всѣ эпидермальныя клѣтки верхней и нижней поверхности выростаютъ посрединѣ въ отростокъ или сосочекъ, имѣющій форму тупаго конуса. Такіе сосочки развиты на верхней поверхности сильнѣе, чѣмъ на нижней; они придаютъ лепесткамъ ихъ бархатистый видъ и между ними воздухъ удерживается съ значительною силою.—Огненно-красныя пятна при основаніи лепестковъ зависятъ отъ эпидермальныхъ клѣтокъ съ розовымъ клѣточнымъ сокомъ и желтыми зернышками.—При изслѣдованіи легко замѣтить, что наружныя стѣнки эпидермальныхъ клѣтокъ верхней поверхности лепестковъ снабжены продольными полосками; полоски не заворачиваются на границѣ отдѣльныхъ клѣтокъ и представляютъ собою складки кутикулы, покрывающей эпидермисъ. Окрашенныя тѣла фиксируются довольно хорошо помощью водной тинктуры іода и принимаютъ при этомъ зеленую окраску; они выступаютъ весьма рѣзко. Клѣточное ядро окрашивается одновременно въ темно-бурый цвѣтъ, его ядрышко становится замѣтнѣе. Отъ метиль-фіолета или генціана-фіолета окрашенныя тѣла принимаютъ фіолетовую окраску.

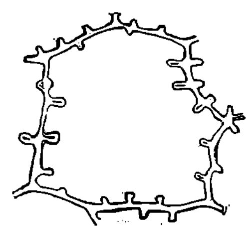


Фиг. 17. Съ верхней поверхности чашечки Tropacolum majus. Нижняя стѣнка эпидермальной клѣтки, съ прилегающими къ ней окрашенными тѣлами.

Желтый пигментъ связанъ почти всегда съ протоплазмой, но бываютъ единичные случаи, гдѣ онъ встрѣчается растворённымъ въ клѣточномъ сокѣ. Одинъ изъ такихъ случаевъ у Verbascum nigrum мы разсмотримъ подробнѣе. — Мы можемъ изслѣдовать здѣсь лепестки безъ всякой препарировки, слѣдуетъ только предварительно удалить съ поверхности ихъ, приставшій къ ней, воздухъ или помощью надавливанія на покровное стеклышко или подъ колоколомъ воздушнаго насоса. Эпидермальныя клѣтки, какъ верхней такъ и нижней поверхности, имѣютъ волнистое очертаніе и выполнены желтымъ клѣточнымъ сокомъ. Бурыя пятна у основанія лепестковъ зависятъ отъ пурпуроваго или бураго клѣточнаго сока.—Въ эпидермисѣ тычинокъ, съ поверхности которыхъ легко посредствомъ бритвы отдѣлять тонкія полоски, замѣчается также желтый клѣточный сокъ, но кромѣ того въ каждой клѣткѣ есть еще неправильный комокъ цвѣта киновари и нѣсколько безцвѣтныхъ, наполненныхъ крахмаломъ, лейкопластовъ.

Доказано, что желтые участки нижней губы вѣнчика Antirrhinum majus содержатъ въ клѣткахъ сѣрно-желтый сокъ; части, окрашенныя въ красный цвѣтъ, имѣютъ розовый клѣточный сокъ и мѣстами заключаютъ одинъ, рѣже нѣсколько карминно-красныхъ шариковъ.

Голубой клѣточный сокъ находимъ въ эпидермисѣ вѣнчика Vinca major или minor. — Эпидермальныя клѣтки верхней стороны образуютъ сосочки и кожица обоихъ сторонъ легко отдѣляется помощью пинцета. — Боковыя стѣнки эпидермальныхъ клѣтокъ образуютъ полоски, вдающіяся въ полость клѣтки (фиг. 18); полоски эти на внутреннемъ своемъ концѣ нередко вздуваются, могутъ даже расширяться въ формѣ буквѣ T и, благодаря болѣе сильному лучепреломленію на своей поверхности и болѣе слабому внутри, производятъ впечатленіе складокъ.



Фиг. 18. Эпидермальная клѣтка нижней поверхности лепестка Vinca minor. Увел. 540.

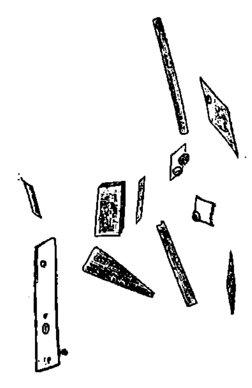
Розовый клѣточный сокъ мы должны искать въ лепесткахъ розы. И здѣсь эпидермисъ обѣихъ сторонъ легко отдѣляется. Верхняя сторона имѣетъ крупныя сосочки и потому кажется прекрасно бархатистой. Кутикула отличается рѣзко выраженною полосатостью.

Въ голубыхъ чашечникахъ Delphinium consolida мы находимъ эпидермисъ какъ верхней, такъ и нижней стороны состоящимъ изъ клѣтокъ съ волнистыми стѣнками; кромѣ того клѣтки верхней стороны образуютъ по срединѣ сосочки. — Полоски кутикулы восходятъ на эти сосочки со всѣхъ сторонъ вверхъ, такъ что при установкѣ средины сосочка получаются солнцеобразныя фигуры. — Клѣтки содержатъ синій съ фіолетовымъ оттѣнкомъ сокъ, и кромѣ того, во многихъ клѣткахъ, голубыя звѣздочки, состоящія изъ короткихъ иголокъ выкристализовавшагося пигмента. Можно отдѣлять эпидермисъ въ видѣ маленькихъ кусковъ; но въ тоже время чашелистикъ достаточно прозраченъ для того, чтобы, удаливъ воздухъ, изслѣдовать его на краяхъ во всю его толщину.

Число примѣровъ для синяго и краснаго клѣточнаго сока легко увеличить; почти всегда можно найдти его въ голубыхъ и красныхъ цвѣткахъ. — Въ виду этого, особеннаго вниманія заслуживаютъ цвѣты Adonis flammeus, имѣющіе ярко-красную окраску. И здѣсь легко приготовить препаратъ помощью пинцета. Мы замѣчаемъ въ эпидермисѣ красныя зерна, приблизительно круглой или элиптической формы; они относительно довольно крупныя и достигаютъ величины хлорофилловыхъ зеренъ. Они кажутся мелкозернистыми и въ водѣ распадаются

на мелькія зернышки, обнаруживающія молекулярное движеніе. Эпидермальныя клѣтки — удлиненные; ихъ кутикула имѣетъ продольную полосатость; полоски тянутся явственно черезъ границы сосѣднихъ клѣтокъ.

Весьма интересный объектъ представляетъ корень моркови (Daucus carota). Оранжево красный цвѣтъ корня обусловливается карминно и оранжево-красными тѣлами имѣющими вообще кристаллическую форму. — Самые обыкновенные формы изображены на фиг. 19. Это маленькія прямоугольныя таблички или ромбы, послѣдніе часто вытянуты иглообразно; затѣмъ призмы различной длины, иногда расширяющіяся снопообразно къ одному концу. — Въ этихъ кристаллическихъ образованіяхъ встрѣчаются часто маленькія крахмальныя зерна, выступающія сбоку. Такимъ образомъ, по своему происхожденію, и эти образованія суть также крахмалообразователи и должны быть поставлены въ одну категорію съ хлорофилловыми зернами и другими хроматофорами. — Выкристаллизовавшійся пигментъ опредѣляетъ собою форму такого образованія. На кристаллѣ остается небольшое количество протоплазмы, въ которой и образуются крахмальныя зерна.


Фиг. 19. Хроматофоры изъ корня моркови.— Нѣкоторые съ крахмальными зернами. Увел. 540.

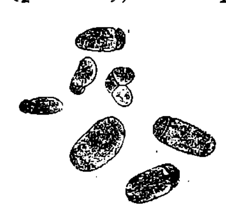
Если мы изслѣдуемъ еще какую либо пеструю разновидность нашихъ кустарниковъ или деревьевъ или какое либо травянистое растеніе съ краснобурыми листьями, то и здѣсь мы убѣдимся, что клѣтки эпидермиса содержатъ розовый сокъ; краснобурая окраска является результатомъ сочетанія краснаго цвѣта кожицы и зеленаго внутреннихъ тканей.

Красный цвѣтъ листьевъ дикаго винограда, Ampelopsis hederacea, осенью зависитъ, какъ легко убѣдиться, отъ розоваго сока клѣтокъ внутренней ткани, но не эпидермальныхъ клѣтокъ.— Желтая осенняя окраска листьевъ обусловливается пожелтѣніемъ дезорганизующихся хлорофилловыхъ зеренъ, какъ это показываютъ намъ прекрасно листья Gingko biloba, или, за неимѣніемъ ихъ, листья различныхъ видовъ клёна. Наконецъ бурый цвѣтъ листьевъ осенью основанъ на соотвѣтственномъ окрашиваніи клѣточныхъ стѣнокъ, главнымъ-же образомъ содержимаго клѣтокъ, какъ легко убѣдиться на листьяхъ дуба.

Крахмальныя зерна образуются въ особыхъ обособленныхъ протоплазматическихъ образованіяхъ.—Мы познакомились уже съ этими образованіями и прежде всего съ хлорофилловыми зернами, далѣе съ иначе окрашенными тѣлами, въ которыхъ также

нерѣдко можно было доказать присутствіе крахмала, и наконецъ мы обратили вниманіе на безцвѣтные крахмалообразователи. На долю послѣднихъ выпадаетъ образованіе крахмальныхъ зеренъ въ глубже лежащихъ слояхъ растительнаго тѣла. — Всѣ эти образованія мы можемъ соединить подъ общимъ именемъ **хроматофоръ** и затѣмъ различать ихъ какъ хлоропласты, хромопласты и лейкопласты. — Образованія эти стоятъ другъ къ другу въ близкихъ родственныхъ отношеніяхъ и могутъ переходить другъ въ друга. Они принадлежатъ протоплазмѣ клѣтки и всегда погружены въ нее. — Напротивъ синія звѣздочки, найденныя нами въ клѣточномъ сокѣ Delphinium consolida, не имѣютъ ничего общаго съ хроматофорами: онѣ представляютъ собою пигментъ, выкристализовавшійся изъ клѣточнаго сока. Точно такъ-же окрашенные комочки, встрѣчаемыя въ красномъ сокѣ у Verbascum, не могутъ быть причислены къ хроматофорамъ.

Самыя крупныя и красивыя крахмальныя зерна образуются въ лейкопластахъ; но послѣднія не легко поддаются наблюденію. Довольно хорошій и легко получаемый объектъ въ этомъ отношеніи представляетъ корневище Iris germanica. — Изъ такого корневища приготовляютъ плоскостные разрѣзы параллельно его поверхности; наружный слой ткани удаляютъ и изслѣдуютъ глубже лежащіе слои. Лучше всего производить наблюденія въ водѣ. Въ неповрежденныхъ клѣткахъ лейкопласты имѣютъ видъ скопленій протоплазмы на заднемъ концѣ крахмальныхъ зеренъ (рис. 20); здѣсь растутъ только эти концы и потому зерна имѣютъ экцентрическое строеніе. — Лейкопласты, на глазахъ наблюдателя, становятся зернистыми и распадаются на мелкія зернышки обнаруживающія молекулярное движеніе.— Весьма нерѣдко можно встрѣтить два крахмальныя зерна на одномъ крахмалообразователѣ. Такія зерна, разростаясь, приходятъ во взаимное соприкосновеніе и вслѣдъ за тѣмъ на нихъ образуются общіе для обоихъ слои утолщенія. — Эти и имъ подобныя явленія влекутъ за собою здѣсь и въ другихъ случаяхъ образованіе сложныхъ крахмальныхъ зеренъ.



Фиг. 20. Крахмалообразователи съ крахмальными зернами изъ корневища Iris germanica. Увел. 540.

Примѣчаніе къ IV-му упражненію.

1) Методъ Бёма. Sitzungsber. d. K. A. d. W. in Wien, Bd. XXII, pag. 479.

2) По A. Meyer, das Chlorophyllkorn p. 28.

3) A. F. W. Schimper. Bot. Ztg. 1880, ст. 881; 1881 ст. 185; 1883 ст. 105 и 109; A Meyer, das Chlorophyllkorn, Bot. Ztg. 1883 ст. 489.

V. Упражненіе.

Ткань, утолщеніе стѣнокъ, реакціи на сахаръ, инулинъ, нитраты, дубильное вещество, древесинное вещество.

Начнемъ наше разсмотрѣніе съ бѣлой сахарной свеклы.—Отдѣлимъ отъ мясистаго корня небольшой кусокъ ткани и приготовимъ изъ него микроскопическій препаратъ. Для наблюденія возьмемъ разрѣзъ корня радіальный, т. е. такой, который прошелъ параллельно длинной оси по направленію радіуса и который, слѣдовательно, пересѣкаетъ видимыя простымъ глазомъ концентрическія кольца въ корнѣ подъ прямымъ угломъ.—Наблюдая этотъ разрѣзъ въ водѣ, мы замѣтимъ болѣе или менѣе прямоугольныя клѣтки, наполненныя водянистою безцвѣтною жидкостью. На стѣнкахъ этихъ клѣтокъ видны тамъ и сямъ свѣтлыя, круглой или овальной формы и различной величины пятнышка, представляюшія поры. Въ нѣкоторыхъ клѣткахъ можно замѣтить ядро. Межклѣтныя пространства выполнены большею частью воздухомъ, который подъ микроскопомъ кажется чернымъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ препарата паренхиматическія клѣтки съужены и вытянуты параллельно длинной оси корня; между ними заключаются длинныя, наполненныя по большей части воздухомъ, трубки, которыя рѣзко отличаются характернымъ утолщеніемъ ихъ стѣнокъ. Эти трубки — сосуды. Утолщеніе ихъ стѣнокъ—пористо-сѣтчатое, т. е. стѣнка покрыта утолщенными полосками, сѣтчато соединенными между собою, между которыми остаются тонкія, неутолщенныя мѣста. Эти неутолщенныя мѣста представляются растянутыми въ направленіи перпендикулярномъ длинной оси сосуда.—Въ мѣстахъ, гдѣ сосудъ при разрѣзѣ былъ вскрытъ, можно замѣтить внутри его кольцеобразныя утолщенія, вдающіяся въ его полость и находящіяся на значительномъ разстояніи другъ отъ друга. Это остатки первоначальныхъ цѣльныхъ перегородокъ, имѣющіе теперь видъ діафрагмъ и показывающіе, что сосудъ произошелъ изъ цѣлаго ряда клѣтокъ. Воздухъ, заключенный въ сосудахъ, часто мѣшаетъ наблюденію; его слѣдуетъ удалить при помощи воздушнаго насоса. Кто не имѣетъ подъ руками насоса, тотъ долженъ стараться удалить воздухъ, погружая препаратъ въ свѣже-прокипяченную воду; еще скорѣе можно достигнуть этого,

погрузивъ препаратъ на короткое время въ спиртъ. Правда, въ послѣднемъ случаѣ содержимое клѣтокъ погибаетъ, но это обстоятельство не имѣетъ значенія при нашемъ настоящемъ изслѣдованіи.

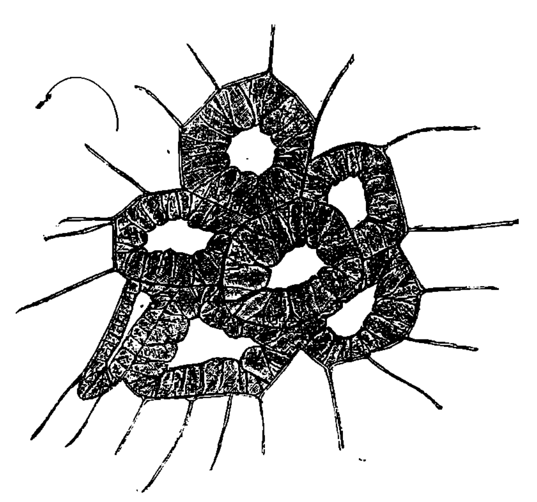
Мѣстами мы находимъ въ препаратахъ одиночныя клѣтки, выполненныя мелкими клиноромбическими кристаллами и кажущіяся почти черными.—Кристаллы эти состоятъ изъ щавелевокислой извести; чтобы въ этомъ убѣдиться — подѣйствуемъ на нихъ уксусною кислотою: кристаллы при этомъ не растворяются. Если-же къ другому препарату мы прибавимъ немного сѣрной кислоты, то раствореніе происходитъ тотчасъ же; количество образующагося при этомъ гипса столь незначительно, что остается въ растворѣ въ окружающей жидкости.

Гораздо изящнѣе и яснѣе выступаютъ особенности строенія клѣтокъ свеклы, если разрѣзы подвергнуть обработкѣ воднымъ растворомъ метильгрюна или метильгрюнъ -- уксусной кислоты.— Въ обоихъ случаяхъ стѣнки клѣтокъ окрашиваются въ прекрасный зеленый цвѣтъ; во второмъ случаѣ, кромѣ того, фиксируются и быстро окрашиваются ядра. Какъ стѣнки паренхиматическихъ клѣтокъ, такъ и стѣнки сосудовъ окрашиваются одинаково въ синевато-зеленый цвѣтъ. Поры на стѣнкахъ паренхиматическихъ клѣтокъ не окрашиваются вовсе и, благодаря этому, становятся болѣе рѣзкими; онѣ суть нпчто иное, какъ неутолщенныя мѣста клѣточныхъ стѣнокъ, вообще довольно тонкихъ Каждая паренхиматическая клѣтка заключаетъ ядро, съ явственнымъ ядрышкомъ, окруженное очень мелкими лейкоплястами и, кромѣ того, тонкій стѣнкоположный слой протоплазмы. Сосуды не содержатъ ни ядеръ, ни протоплазматическаго содержимаго.—Если къ разрѣзу, лежащему въ водѣ, прибавить хлор-цинк-іода, то вскорѣ замѣчается характерное фіолетовоеокрашиваніе клѣтчатки.Окрашиваніе появляется прежде всего на краяхъ разрѣза и часто становится яснымъ только по истеченіи многихъ часовъ.—Стѣнки сосудовъ не окрашиваются въ фіолетовый цвѣтъ, онѣ, подобно одревеснѣвшимъ стѣнкамъ, принимаютъ буроватожелтую окраску. Поры въ стѣнкахъ паренхиматическихъ клѣтокъ остаются и въ этомъ случаѣ безцвѣтными и выступаютъ особенно рѣзко. Поры эти всегда округлой формы, различной величины, распредѣлены неправильно, одиночно или группами. Болѣе крупныя поры пересѣкаются фіолетовыми полосками различной толщины; онѣ раздѣляются этими полосками на участки и производятъ впечатлѣніе неправильной рѣшетки.

На поверхности поръ сидятъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ блестящія зернышки, окрашивающіяся отъ хлор-цинк-іода въ желто-бурый цвѣтъ.—Для сравненія попробуемъ реакцію

іода и сѣрной кислоты на клѣтчатку. Разрѣзъ пропитывается вначалѣ растворомъ іода или, еще лучше, растворомъ іода въ іодистомъ каліѣ и затѣмъ переносится въ слабо разведенную англійскую сѣрную кислоту (2 ч. сѣрной кислоты и 1 ч. воды по объему); дѣйствіе обнаруживается немедленно начиная съ краевъ: разрѣзъ принимаетъ прекрасную синюю окраску. — Поры и здѣсь остаются безцвѣтными; болѣе крупныя изъ нихъ представляются голубовато-рѣшетчатыми.

Далѣе приготовимъ препаратъ изъ зрѣлой груши. Сочное мясо плода мы найдемъ состоящимъ и здѣсь изъ правильной тонкостѣнной паренхимы, большія клѣтки которой округлены на своихъ углахъ. Клѣтки эти содержатъ безцвѣтный сокъ, сильно редуцированный протопласматическій мѣшокъ и клѣточное ядро. — Разбросанными въ ткани встрѣчаются гнѣзда сильно утолщенныхъ клѣтокъ (рис. 21).—Число такихъ «каменистыхъ ъклѣтокъ», образующихъ гнѣздо въ различныхъ мѣстахъ, различно, оно различно также, смотря по виду груши. Эти клѣтки образуютъ такъ называемые «камни» грушъ. Клѣтки отличаются значительною толщиною стѣнокъ и многочисленными тонкими и развѣтвленными поровыми каналами.— Развѣтвленія образуются такимъ образомъ, что извѣстное число поровыхъ канальцевъ, по мѣрѣ съуживанія полости клѣтки, соединяются между собою и открываются въ полость клѣтки однимъ общимъ каналомъ.—Въ мѣстахъ, гдѣ соприкасаются между собою двѣ утолщенныя клѣтки, легко убѣдиться, что поровыя каналы этихъ клѣтокъ приходятся другъ противъ друга. Клѣтки эти въ готовомъ состояніи, какъ они изображены на рисункѣ, не содержатъ живаго клѣточнаго содержимаго, а только водянистую жидкость. Такимъ образомъ онѣ представляютъ собою только мертвыя клѣточныя оболочки. При обработкѣ хлорцинк-іодомъ тонкостѣнныя паренхиматическія клѣтки принимаютъ постепенно фіолетовую окраску, утолщенныя—становятся желто-



Фиг. 21. Изъ плода груши. Сильно утолщенныя клѣтки съ развѣтвленными поровыми каналами, окруженныя тонкостѣнной паренхимой. Увел. 240.

бурыми. Изъ этого слѣдуетъ, что послѣднія одеревенѣли и въ виду сильнаго утолщенія и одеревенѣнія ихъ стѣнокъ должны быть причислены къ «склеренхимѣ». Подробности строенія утолщенныхъ клѣтокъ послѣ обработки ихъ хлор цинк-іодомъ дѣлаются особенно ясными.

Воспользуемся плодовымъ мясомъ груши для того, чтобы изучить микроскопическія реакціи на сахаръ.—[1]) Самая употребительная—это реакція съ фелинговою жидкостью.—Жидкость эту приготовляютъ, растворяя мѣдный купоросъ и Сегнетову соль въ водѣ, въ отношеніи 34,64 gr. чистаго перекристаллизованнаго мѣднаго купороса и 200 gr. Сегнетовой соли. Растворъ этотъ хорошо сохраняется.—При его употребленіи прибавляютъ 600 ccm. натровой щелочи, удѣльный вѣсъ которой =1,12, разбавляютъ до 1000 ccm. и нагрѣваютъ до кипѣнія.

Разрѣзы, на которыхъ желательно продѣлать реакцію, не должны быть слишкомъ тонки, они должны состоять по меньшей мѣрѣ изъ двухъ слоевъ неповрежденныхъ клѣтокъ и само собою понятно, что ихъ не слѣдуетъ погружать въ воду. Взявъ пинцетомъ такой разрѣзъ, погружаютъ его въ кипящій растворъ; по прошествіи двухъ секундъ онъ окрашивается въ прекрасный цвѣтъ сурика. Подъ микроскопомъ мы находимъ въ клѣткахъ осадокъ редуцированной закиси мѣди цвѣта сурика. Такимъ образомъ мы убѣждаемся, что въ клѣткахъ груши существуетъ тѣло, редуцирующее щелочной растворъ окиси мѣди, тѣло изъ группы винограднаго сахара (глюкозы), въ данномъ частномъ случаѣ виноградный сахаръ.

Для сравненія сдѣлаемъ пробу съ разрѣзомъ изъ сахарной свеклы. — Какъ извѣстно, она содержитъ тѣло изъ группы тростниковаго сахара, именно тростниковый сахаръ. Послѣ двухъ секундъ пребыванія въ кипящемъ растворѣ, разрѣзъ этотъ не даетъ никакого осадка въ клѣткахъ. Подъ микроскопомъ онъ имѣетъ синій цвѣтъ. Послѣ болѣе продолжительнаго пребыванія въ фелинговой жидкости, разрѣзъ окрашивается въ цвѣтъ сурика, начиная съ поверхности. Тростниковый сахаръ инвертируется и даетъ осадокъ закиси мѣди. Подъ микроскопомъ периферическіе слои клѣтокъ содержатъ зернышки цвѣта сурика, внутренніе слои, если дѣйствіе реактива было не продолжительно, заключаютъ синюю жидкость.

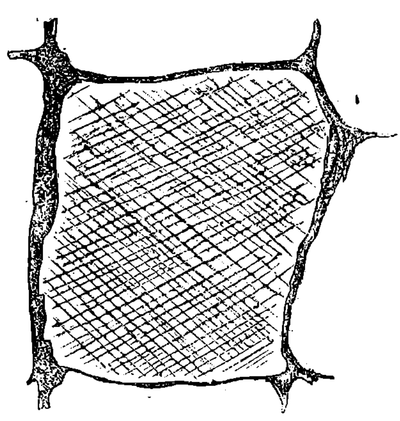
Весьма удобной для микроскопическаго изслѣдованія является реакція на сахаръ Барфёда съ подкисленною уксусно-кислою окисью мѣди [2]). Приготовляютъ этотъ реактивъ, растворяя 1 ч. средней перекристаллизованной уксусно-кислой окиси мѣди въ 15 ч. воды. Къ 200 *ccm.* этого раствора прибавляютъ 5 *ccm.* уксусной кислоты, содержащей 38% безводной кислоты. Въ такой кипящій растворъ, взятый въ количествѣ 5 до 8 *ccm.* погру-

зимъ въ одномъ случаѣ разрѣзы груши, въ другомъ — разрѣзы сахарной свеклы. Затѣмъ выльемъ жидкость вмѣстѣ съ разрѣзами въ маленькія кристаллизаціонныя чашки и оставимъ ее на нѣсколько часовъ; по прошествіи ихъ, разрѣзъ груши покрывается мелкимъ осадкомъ закиси мѣди; такой же осадокъ мы найдемъ и въ кристаллизаціонной чашкѣ; напротивъ, разрѣзъ свеклы, какъ легко убѣдиться подъ микроскопомъ, совершенно свободенъ отъ осадка; его нѣтъ и въ чашкѣ.—Для того, чтобы наблюдать эту реакцію, слѣдуетъ контролировать ее черезъ нѣсколько часовъ; послѣ болѣе продолжительнаго времени, небольшой по количеству осадокъ можетъ вновь окислиться и затѣмъ раствориться.

Наконецъ воспользуемся сахарною свеклою для того, чтобы изучить микрохимическую реакцію на нитраты и нитриты съ дифенильаминомъ [3]). Реактивъ этотъ, употребляемый химиками для обнаруженія малѣйшихъ количествъ нитратовъ и нитритовъ, оказываетъ большія услуги и при гистологическихъ изслѣдованіяхъ. Приготовимъ поперечные и продольные разрѣзы свеклы и позаботимся о томъ, чтобы разрѣзы эти достигали ея поверхности; помѣстивъ разрѣзы на предметное стекло, дадимъ имъ немного подсохнуть и уже затѣмъ прибавимъ къ нимъ реактива. Мы станемъ употреблять растворъ 0,5 *g.* дифенильамина въ 10 *ccm.* чистой сѣрной кислоты. Вслѣдъ за прибавленіемъ раствора появляется синее окрашиваніе, образуется анилиновая синь въ переферическихъ слояхъ разрѣза. Эти слои состоятъ изъ самыхъ молодыхъ, развивающихся тканей свеклы; слѣдовательно, эти именно ткани содержатъ нитраты. Изъ участковъ разрѣза, окрашенныхъ въ синій цвѣтъ, пигментъ переходитъ на другія его части, но въ первый моментъ реакціи окрашивающійся участокъ ограниченъ весьма рѣзко.— Въ виду того, что въ растеніяхъ, судя по произведеннымъ анализамъ, чаще всего встрѣчаются нитраты и только въ рѣдкихъ случаяхъ нитриты, мы можемъ заключить съ большою вѣроятностью, что и въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ нитратами. Если взять для реакціи не подсохнувшіе, а совершенно свѣжіе разрѣзы, то образующійся пигментъ быстро распространяется въ окружающей средѣ, и окрашенный участокъ ограниченъ не рѣзко.

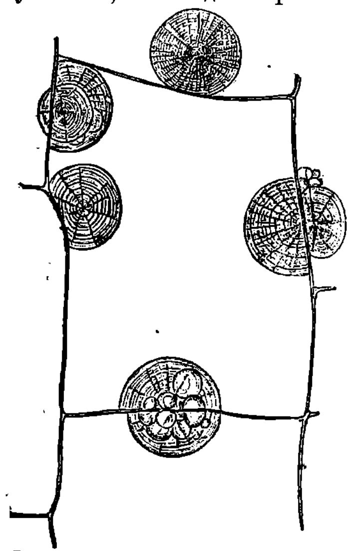
Теперь возьмемъ для изслѣдованія клубни георгины (Dahlia variabilis). На продольномъ осевомъ разрѣзѣ клубня мы легко замѣтимъ центральную сердцевину; продольный разрѣзъ изъ этой послѣдней даетъ подъ микроскопомъ болѣе или менѣе прямоугольныя, продольными рядами расположенныя клѣтки, съ сильно редуцированнымъ протоплазматическимъ слоемъ, ядромъ и безцвѣтнымъ сокомъ (фиг. 22). Межклѣтныя пространства содержатъ воздухъ, клѣточныя стѣнки представляютъ нѣжную полосатость. Полоски восходятъ подъ угломъ 35°—40°. Наблю-

дая ихъ, легко придти къ заключенію, что имѣешь передъ глазами двѣ системы полосокъ взаимно перекрещивающихся въ одной и той же плоскости, что объясняется сравнительно ничтожной толщиной стѣнокъ.—На самомъ дѣлѣ полоски, идущія въ одномъ направленіи, принадлежатъ одной клѣткѣ, полоски направленныя въ противоположную сторону—другой клѣткѣ, въ чемъ легко убѣдиться, разсматривая свободный край разрѣза. — При дѣйствіи хлор-цинк-іода стѣнки клѣтокъ окрашиваются тотчасъ-же въ фіолетовый цвѣтъ; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ двѣ полоски не плотно прилегаютъ другъ къ другу, замѣчается между ними свѣтлая линія.—Неутолщенныя мѣста стѣнокъ, подобно порамъ, не окрашиваются отъ хлорцинкіода. Особенно рѣзко выступаютъ отдѣльные, сравнительно крупные, ромбической формы участки, въ видѣ поръ.—Такія поры лежатъ всегда на линіи, разграничивающей двѣ полоски и въ томъ ея мѣстѣ, гдѣ она пересѣкается такой-же линіей противоположно-направленной системы.



Фиг. 22. Изъ сердцевины Dahlia variabilis. Увел. 240.

Если разрѣзъ положить въ спиртъ, то въ клѣточномъ сокѣ образуется мелкій осадокъ инулина. Если теперь замѣнить спиртъ водою и подогрѣть предметное стеклышко на спиртовой лампѣ — то осадокъ вновь растворяется. Для изученія инулина въ видѣ сферокристалловъ [4]) нужно изслѣдовать куски клубней, пролежавшіе не менѣе 8 дней въ алкоголѣ.—Наблюдать разрѣзы лучше всего въ водѣ, прибавляя во время наблюденія азотную кислоту.—Сферокристаллы (фиг. 23) сидятъ всегда на клѣточныхъ стѣнкахъ. Они образуютъ шары болѣе или менѣе совершенной формы. Шары эти могутъ пересѣкаться одною или нѣсколькими клѣточными перегородками. По большей части шары различ-



Фиг. 23. Изъ клубня Dahlia variabilis, пролежавшаго нѣсколько мѣсяцевъ въ спиртѣ. Сферокристаллы на стѣнкахъ. Увел. 240.

ной величины образуютъ вмѣстѣ общую, болѣе крупную группу.—Каждый шаръ представляетъ болѣе или менѣе ясное радіальное строеніе, которое становится замѣтнѣе при дѣйствіи азотной кислоты.—Оно зависитъ отъ игольчатыхъ кристалловъ, расположенныхъ радіально и образующихъ шаръ. Кромѣ того большею частью замѣчается въ шарахъ и концентрическая слоистость, которая должна быть разсматриваема какъ результатъ измѣненій въ условіяхъ кристаллизаціи. — Растворъ іода не вызываетъ окрашиванія. Будучи подогрѣты на предметномъ стеклышкѣ въ каплѣ воды, сферокристаллы тотчасъ исчезаютъ.

Для того, чтобы испробовать реакцію на дубильное вещество обратимся къ чернильнымъ орѣшкамъ (Galläpfel), встрѣчаемыхъ на листьяхъ дуба.—Орѣшки эти образуются вслѣдствіе укола насѣкомаго, которое кладетъ въ ткань свое яйцо. Разрѣжемъ такой орѣшекъ пополамъ и приготовимъ изъ него тонкіе радіальные разрѣзы. Мы замѣтимъ, что внутренняя полость, занятая личинкою насѣкомаго, окружена слоемъ ткани, состоящимъ изъ изодіаметрическихъ, округленныхъ клѣтокъ; клѣтки эти богаты содержаніемъ крахмала, принимающаго отъ іода синій цвѣтъ. Снаружи слой этотъ окруженъ тканью, состоящею изъ многоугольныхъ, вытянутыхъ радіально клѣтокъ, длина которыхъ, по мѣрѣ приближенія къ периферіи орѣшка, уменьшается, и которыя переходятъ въ мелкоклѣтчатый, съ сильно утолщенными наружными стѣнками эпидермисъ.— Вся ткань, окружающая внутренній слой, не содержитъ никакихъ опредѣленной формы отложеній.— Если свѣжеприготовленный разрѣзъ этой ткани мы положимъ въ каплю воднаго раствора хлорнаго желѣза или сѣрнокислой соли окиси желѣза, то увидимъ, что онъ окрашивается въ темносиній цвѣтъ. Это окрашиваніе сообщается окружающей жидкости и представляетъ реакцію желѣза на таннинъ въ формѣ синяго окрашиванія; кромѣ того извѣстна еще реакція въ формѣ зеленаго окрашиванія. Если наблюдать реакцію подъ микроскопомъ, прибавляя къ сухому, лежащему подъ покровнымъ стекломъ, препарату постепенно растворъ желѣза, то легко замѣтить, что вначалѣ образуется мелкій темносиній осадокъ, который однако вскорѣ снова растворяется въ реактивѣ, такъ что въ концѣ клѣтки являются наполненными синею жидкостью. Самую слабую реакцію на дубильное вещество даютъ клѣтки самаго внутренняго слоя, содержащія крахмалъ.

Для сравненія помѣстимъ другой разрѣзъ въ 10% водный растворъ двухромовокислаго кали; мы увидимъ, что въ клѣткахъ, содержащихъ дубильное вещество, образуется плотный клочковатый краснобурый осадокъ, остающійся въ нихъ. Наконецъ погрузимъ разрѣзъ въ концентрированный растворъ молибденово кислаго аммонія въ концентрированномъ хлористомъ аммоніѣ и мы получимъ въ клѣткахъ обильный краснобурый оса-

докъ.—Эта реакція въ сомнительныхъ случаяхъ имѣетъ рѣшающее значеніе, потому что всѣ выше приведенныя могутъ быть вызываемы и другими редуцирующими тѣлами. — «Сосудистые пучки», пронизывающіе чернильный орѣшекъ, и нѣкоторыя другія особенности строенія, мы оставимъ пока безъ разсмотрѣнія, такъ какъ въ данномъ случаѣ намъ важно было познакомиться лишь съ типическою реакціею на дубильное вещество. — Разрѣзы изъ сухихъ чернильныхъ орѣшковъ даютъ также вышеприведенныя реакціи, хотя и въ менѣе изящной формѣ.

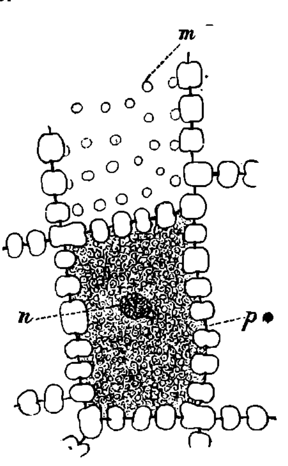
Для того, чтобы получить реакцію на таннинъ въ формѣ зеленаго окрашиванія, возьмемъ вѣтку ивы, напр. Salix capraea, удалимъ помощью ножа наружный сѣрый пробковый слой и, приготовивъ тонкій тангентальный разрѣзъ изъ зеленой ткани коры, погрузимъ его въ каплю хлорнаго желѣза. Такой разрѣзъ состоитъ главнымъ образомъ изъ четыреугольныхъ, нѣсколько растянутыхъ въ поперечномъ направленіи клѣтокъ, съ довольно сильно утолщенными стѣнками, снабженными простыми порами.—Клѣтки содержатъ хлорофилловыя зерна, а большинство изъ нихъ, преимущественно въ зимнее время, кромѣ того бѣлыя, сильно преломляющія свѣтъ, округлой формы и съ рѣзкими контурами массы, выполняющія всю полость. — Другія одиночныя клѣтки заключаютъ кристаллическія друзы щавелево-кислой извести, звѣздчатой формы, кажущіяся черными; мы будемъ имѣть случай впослѣдствіи разсмотрѣть эти друзы подробнѣе.—Бѣлыя массы, сильно преломляющія свѣтъ, содержатъ таннинъ; подвергаясь дѣйствію хлорнаго желѣза, массы эти дѣлаются груммозными и принимаютъ оливково-зеленую или буро-зеленую окраску. Въ растворѣ сѣрно-кислаго желѣза онѣ бурѣютъ еще больше; въ растворѣ двухромовокислаго кали даютъ краснобурый, въ молибденово-кисломъ аммоніѣ, въ хлористомъ аммоніѣ — темнобурый груммозный осадокъ.—Точно такіе-же результаты получаются и съ вѣтками ольхи (Alnus).

Если сломать крѣпкій стволъ Vinca major, то на краяхъ излома остаются многочисленныя маленькія волокна. Помощью пинцета постараемся отдѣлить нѣсколько такихъ волоконъ и затѣмъ помѣстимъ ихъ въ каплю воды на предметное стекло. Подъ микроскопомъ мы увидимъ длинныя, сильно утолщенныя и на обоихъ концахъ заостренныя склеренхимныя волокна; полость ихъ представляется въ видѣ узенькой трубочки, исчезающей къ концахъ волокна. Въ слабо утолщенныхъ волокнахъ стѣнка имѣетъ полосатость только въ одномъ направленіи; въ сильно утолщенныхъ мы находимъ двѣ системы полосокъ, изъ которыхъ одна принадлежитъ наружнымъ слоямъ стѣнки, другая—внутреннимъ ея слоямъ. Наконецъ въ болѣе старыхъ склеренхиматическихъ волокнахъ часто можно замѣтить еще третью

внутреннюю систему полосокъ, почти перпендикулярную длинной оси. Эта послѣдняя система зависитъ отъ сѣтчатыхъ утолщеній, оставляющихъ между собою растянутыя поры.

Отъ хлор-цинк-іода волокна принимаютъ тотчасъ же фіолетовую съ бурымъ оттѣнкомъ окраску.—Особенно поучительнымъ является отношеніе волоконъ къ аміячному раствору окиси мѣди, обладающему способностью растворять чистую клѣтчатку. Дѣйствіе этого реактива слѣдуетъ наблюдать непосредственно. Стѣнки волоконъ сильно разбухаютъ; въ первый моментъ дѣйствія реактива полосатость становится яснѣе, но вскорѣ исчезаетъ. Наружные комплексы слоевъ растворяются совершенно, внутренній сѣтчатый — сохраняется дольше и потому можетъ быть наблюдаемъ вполнѣ изолированнымъ. При началѣ разбуханія въ каждомъ изъ раньше видѣнныхъ слоевъ обнаруживается еще болѣе тонкая слоистость; такимъ образомъ каждый слой состоитъ изъ многочисленныхъ крайне тонкихъ пластинокъ. — Эта тонкая слоистость особенно рѣзко выражена во внутреннихъ болѣе плотныхъ комплексахъ слоевъ.

Теперь разрѣжемъ помощью карманнаго ножа пополамъ сѣмя Ornithogalum, напр. O. umbellatum и, смочивъ водою поверхность одной изъ двухъ половинокъ, сдѣлаемъ бритвой возможно тонкій разрѣзъ. Препаратъ этотъ (фиг. 24) покажетъ намъ четырехугольныя приблизительно клѣтки, стѣнки которыхъ сильно утолщены, и въ тоже время слои утолщенія пронизаны многочисленными простыми порами. Если клѣточная стѣнка срѣзана такимъ образомъ, что видна съ поверхности, то поры представляются въ видѣ кружковъ, какъ изображено въ верхней части нашего рисунка. Въ профиль поры кажутся каналами, идущими отъ полости клѣтки до первичной клѣточной перегородки. Поры сосѣднихъ клѣтокъ точно соотвѣтствуютъ другъ другу и раздѣлены первичной перегородкой, которую мы назовемъ замыкающею перепонкою.—Внутренняя поверхность слоя утолщенія отличается сильнымъ лучепреломленіемъ: она образуетъ «граничную плёнку».—Если подѣйствовать на препаратъ сѣрной кислотой, прибавляя ее понемногу у края покровнаго стеклышка— то слои утолщенія растворяются и остается лишь сѣтка очень тонкихъ перегородокъ. Эти перегородки суть такъ называемыя срединныя пластинки, соотвѣтствующія первоначальнымъ клѣ-



Фиг. 24. Изъ эндосперма Ornithogalum umbellatum *m*—пора сверху, *p*—замыкающая перепонка, *n*—клѣточ. ядро. Увел. 240.

точнымъ перегородкамъ, существовавшимъ раньше всякаго утолщенія; онѣ проходятъ также и въ замыкающихъ перепонкахъ поръ.—При дальнѣйшемъ дѣйствіи сѣрной кислоты исчезаютъ и эти срединныя пластинки. Хлор-цинк-іодъ вызываетъ разбуханіе слоевъ утолщенія, вслѣдствіе чего срединныя пластинки становятся замѣтными. Окрашиваніе препарата вслѣдствіе разбуханія становится менѣе яснымъ.

Клѣтки выполнены протоплазмой и зернистыми отложеніями; отъ іода все содержимое окрашивается въ темно-бурый цвѣтъ. Помощью метильгрюна въ каждой клѣткѣ можно доказать присутствіе ядра; впрочемъ, оно встрѣчается во всѣхъ живыхъ и способныхъ къ жизни клѣткахъ.

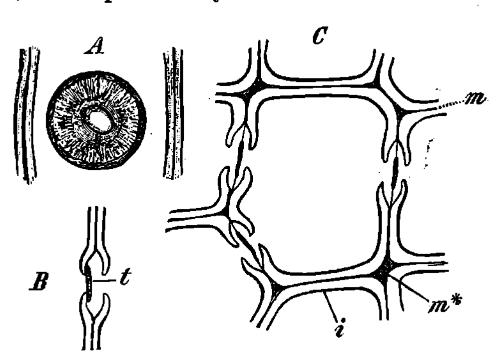
Подобный-же видъ имѣютъ слои утолщенія въ клѣткахъ эндосперма финика (Phoenix dactylifera). Клѣтки здѣсь болѣе удлинены, ихъ просвѣтъ уже, стѣнки нѣсколько толще. — Эти клѣтки расположены въ ядрѣ финика радіально. Поэтому поперечные и продольные разрѣзы, совпадающіе съ радіусами, представятъ намъ продольный видъ этихъ клѣтокъ, разрѣзы тангентальные, перпендикулярные радіусамъ, дадутъ ихъ поперечный разрѣзъ.—Хлор-цинк-іодъ окрашиваетъ слои утолщенія въ прекрасный фіолетовый цвѣтъ и при медленномъ разбуханіи дѣлаетъ замѣтными многочисленныя пластинки.

Обратимся теперь къ изученію древесины сосны съ цѣлью познакомиться съ такъ называемыми окаймленными порами. [5])— Возьмемъ кусокъ по возможности стараго ствола или сухаго, или, еще лучше, сохраненнаго въ спиртѣ. — Прежде всего карманнымъ ножемъ приготовимъ поверхность для разрѣзовъ: одну радіальную, параллельную длинной оси ствола, другую тангентальную и наконецъ третью, перпендикулярную длинной оси.— Концентрическія годичныя кольца, видимыя простымъ глазомъ, служатъ критеріемъ для опредѣленія этихъ различныхъ плоскостей. Радіальный продольный разрѣзъ пересѣкаетъ годичныя кольца перпендикулярно; тангентальный продольный разрѣзъ тѣмъ лучще, чѣмъ болѣе онъ параллеленъ этимъ кольцамъ. Поперечный разрѣзъ перпендикуляренъ двумъ предъидущимъ продольнымъ разрѣзамъ.

Приступая затѣмъ къ приготовленію микроскопическихъ разрѣзовъ, слѣдуетъ постоянно имѣть въ виду нѣкоторые правила и пріемы для того, чтобы получать удачные препараты и не портить бритвы. — Въ случаѣ если бритва отшлифована вогнуто, хорошіе разрѣзы можно дѣлать только на краяхъ нашего куска древесины, на такомъ разстояніи отъ края, пока спинка бритвы не прилегаетъ къ плоскости разрѣза. Вообще для рѣзанія древесины слѣдуетъ употреблять слабо вогнутыя бритвы; сильно вогнутыя легко ломаются при этомъ. — Можно бы реко-

мендовать употребленіе такихъ бритвъ, одна сторона которыхъ (прилегающая къ плоскости разрѣза) отшлифована плоско; но такія бритвы страдаютъ тѣмъ недостаткомъ, что съ трудомъ хорошо острятся. — Плоскость разрѣза должна быть постоянно влажная; разрѣзы по возможности тонки. — О значительной величинѣ разрѣзовъ заботиться не слѣдуетъ.—Если начатый разрѣзъ кажется слишкомъ толстымъ, то не слѣдуетъ доводить его до конца, а лучше, во избѣжаніе зазубринъ на бритвѣ, вынуть послѣднюю изъ разрѣза.— Бритва должна быть острая, въ противномъ случаѣ она производитъ разрывы клѣточныхъ стѣнокъ и отдѣляетъ внутренніе слои утолщенія отъ наружныхъ. Древесина, сохранявшаяся въ спиртѣ, рѣжется гораздо легче чѣмъ сухая, въ особенности если ее изъ спирта переносятъ, по крайней мѣрѣ на 24 ч., въ смѣсь равныхъ частей глицерина и спирта. — Первоначальная поверхность разрѣза, сдѣланная ножемъ, представляетъ много разорванныхъ оболочекъ, которыя слѣдуетъ удалить бритвой и уже слѣдующіе за тѣмъ разрѣзы годны къ употребленію.

Правильный тангентальный продольный разрѣзъ древесины сосны оказывается при слабомъ увеличеніи состоящимъ изъ удлиненныхъ въ продольномъ направленіи клѣтокъ съ заостренными концами, которыми они прилегаютъ другъ къ другу. — Поперегъ этихъ клѣтокъ проходятъ ряды клѣтокъ сердцевинныхъ лучей, которыми пока мы заниматься не станемъ.—Взявъ болѣе сильное увеличеніе, постараемся установить объективъ такъ, чтобы видѣть только самую широкую стѣнку удлиненной древесинной клѣтки и обратимъ наше вниманіе на окаймленныя поры этой стѣнки. Такая пора представляется намъ въ видѣ двухъ концентрическихъ кружковъ (фиг. 25, *A*). Внутренній меньшій кругъ, resp. элипсисъ, представляетъ каналъ, соединяющій полость поры съ полостью клѣтки; бóльшій наружній кругъ, resp. наружній элипсисъ, представляетъ очертаніе поры, то мѣсто, гдѣ она прилегаетъ къ первичной стѣнкѣ, раздѣляющей двѣ сосѣднія клѣтки. — Такимъ образомъ окаймленная пора отличается отъ



Фиг. 25. Pinus silvestris. *A* — окаймленная пора въ плоскости. *B* — окаймленная пора на тангентальномъ разрѣзѣ, *t*—торусъ, *C*—поперечный разрѣзъ трахеида; *m* — срединная пластинка, *m** — расширенная ея часть, *i* — граничная плёнка. Увел. 540.

простой, видѣнной нами у Ornithogalum и финика, лишь тѣмъ, что она расширена у своего основанія; какъ тамъ, такъ и здѣсь поры сосѣднихъ клѣтокъ соотвѣтствуютъ другъ другу. — Отверстіе, соединяющее полость поры съ полостью клѣтки, имѣетъ обыкновенно форму косо направленнаго элипсиса (какъ въ *A* на фиг.) и въ этомъ случаѣ, перемѣняя фокусное разстояніе, легко замѣтить, что такія отверстія двухъ соотвѣтственныхъ поръ наклонены въ противоположныя стороны. Полости двухъ сосѣднихъ поръ раздѣлены первичной перегородкой, существовавшей раньше образованія вторичныхъ слоевъ утолщенія и только впослѣдствіи немного утолщенной. Эта нѣжная перегородка есть замыкающая перепонка; по срединѣ она утолщена сильнѣе и образуетъ такъ наз. торусъ. При соотвѣтственной установкѣ микроскопа и внимательномъ наблюденіи удается замѣтить торусъ. Онъ представляетъ матовую круглую пластинку, имѣющую діаметръ вдвое больше діаметра отверстія поры. — Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, а именно на препаратахъ изъ сухого дерева, можно замѣтить вокругъ торуса радіальную полосатость въ такомъ видѣ, что тонкая часть замыкающей перепонки кажется дифференцированной на радіально расположенныя пластинки [6])

Точное представленіе о строеніи окаймленной поры можно составить только при помощи тангентальныхъ разрѣзовъ. — Такъ какъ окаймленныя поры располагаются на радіальныхъ стѣнкахъ древесинныхъ клѣтокъ [7]), то на хорошемъ тангентальномъ разрѣзѣ онѣ видны въ профиль (фиг. 25, *B*). Такіе профильные разрѣзы поръ слѣдуетъ искать на стѣнкахъ, разграничивающихъ широкія древесинныя клѣтки, и въ тоже время слѣдуетъ оставлять безъ вниманія разрѣзы сердцевинныхъ лучей, образуемыхъ рядомъ мелкихъ другъ надъ другомъ расположенныхъ клѣтокъ. — Разрѣзъ поры вполнѣ ясенъ и понятенъ только въ очень тонкихъ мѣстахъ препарата; пора представляется въ видѣ двухъ, обращенныхъ другъ къ другу, головокъ клещей или двухъ мавританскихъ сводовъ, какъ на фиг. 25 *B*. Разъ строеніе этихъ болѣе крупныхъ поръ понятно, то легко составить себѣ представленіе о строеніи болѣе мелкихъ поръ, встрѣчаемыхъ въ толстыхъ стѣнкахъ узкихъ древесинныхъ клѣтокъ. — Кромѣ меньшей величины, разница заключается въ томъ, что здѣсь, соотвѣтственно большей толщинѣ стѣнокъ, мы найдемъ съ обѣихъ сторонъ болѣе длинный каналъ ведущій въ полость поры.—Самыя крупныя окаймленныя поры связаны съ самыми мелкими цѣлымъ рядомъ переходныхъ формъ. Внутри поры въ самыхъ благопріятныхъ случаяхъ можно видѣть замыкающую перепонку, утолщенную по срединѣ и образующую торусъ (*f*). Въ окаймленныхъ порахъ сухой древесины она прилегаетъ къ одной сторонѣ поровой полости; въ свѣжей дре-

весинѣ или въ древесинѣ, лежавшей въ спирту, мы находимъ эти замыкающія перепонки въ срединѣ поровой полости во всѣхъ клѣткахъ заболони; въ ядерномъ деревѣ напротивъ положеніе ихъ такое, какъ и въ сухой древесинѣ.

При дѣйствіи хлор-цинк-іода, окрашивающаго клѣточныя стѣнки въ желтобурый цвѣтъ, картина нерѣдко становится болѣе ясной.—Желтобурое окрашиваніе обусловливается сильнымъ одревеснѣніемъ стѣнокъ; только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно иногда замѣтить фіолетовую окраску, именно тамъ, гдѣ вторичныя слои утолщенія еще не вполнѣ одревеснѣли. Замыкающая перепонка отъ хлор цинк-іода не окрашивается. — Послѣ обработки препарата хлор-цинк-іодомъ становится очевиднымъ, что клѣтки древесины не содержатъ ни протоплазмы, ни ядра. Онѣ состоятъ изъ мертвыхъ клѣточныхъ оболочекъ. — Древесинныя клѣтки представляютъ сходство съ трахеями или сосудами не только по способу утолщенія ихъ стѣнокъ, но и по своей физіологической роли: онѣ назначены также для проведенія воды, почему имъ и даютъ названіе трахеидовъ, а въ новѣйшее время также — гидроидовъ.

Не рѣдко древесина сосны, изучаемая нами, представляетъ на продольномъ разрѣзѣ болѣе или менѣе ясную спиральную полосатость, восходящую подъ угломъ 45°. Въ этомъ случаѣ отверстія поровыхъ каналовъ растянуты по направленію полосатости, при чемъ отверстія двухъ, соотвѣтствующихъ другъ другу поръ, перекрещиваются подобно тому, какъ перекрещиваются полоски двухъ сторонъ клѣточной стѣнки.

Теперь сдѣлаемъ еще поперечный разрѣзъ черезъ древесину сосны; онъ долженъ быть чрезвычайно тонокъ. Перерѣзанныя поперегъ трахеиды являются преимущественно четырехугольными и образуютъ радіально расположенные ряды. Мы обратимъ вниманіе на трахеиды съ наибольшимъ діаметромъ. На радіальныхъ ихъ стѣнкахъ мы увидимъ въ разрѣзѣ поры (рис. 25, *C*), представляющія здѣсь ту-же картину, какъ и на тангентальномъ разрѣзѣ.—Срединныя пластинки (*m*) являются линіями разграниченія между сосѣдними клѣтками. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ больше двухъ клѣтокъ соприкасаются между собою, срединная пластинка расширена (m^*). Внутренняя граница клѣточной стѣнки сильнѣе преломляетъ свѣтъ и образуетъ граничную плёнку (*i*); послѣдняя особенно ясна въ сильно утолщенныхъ, съ узкою полостью трахеидахъ. Всѣ эти подробности строенія выступаютъ болѣе рѣзко при дѣйствіи сѣрной кислоты. Слои утолщенія разбухаютъ и въ концѣ концовъ растворяются, граничная плёнка сохраняется дольше и становится весьма рѣзкой. Между разбухающими слоями утолщенія замѣтны первичныя стѣнки клѣтокъ; въ концѣ отъ нихъ остается лишь

нѣжная сѣть срединныхъ пластинокъ, принимающая темнобурую окраску. Эти срединныя пластинки, противостоящія дѣйствію концентрированной сѣрной кислоты, — кутинизированы.

При медленномъ разбуханіи въ сѣрной кислотѣ сильно утолщенныхъ трахеидовъ, часто удается замѣтить, что слои утолщенія состоятъ изъ многочисленныхъ, крайне нѣжныхъ пластинокъ. При дѣйствіи хлор-цинк-іода, поперечный разрѣзъ, подобно продольному, окрашивается въ темнобурый цвѣтъ; въ нѣкоторыхъ только клѣткахъ внутренній, сосѣдній съ граничною плёнкою, участокъ слоя утолщенія, принимаетъ фіолетвый оттѣнокъ. Подѣйствовавъ на препаратъ, послѣ обработки хлор-цинкіодомъ, разбавленною сѣрною кислотою можно вызвать фіолетовое окрашиваніе всего слоя утолщенія. — Если обработать тонкій поперечный разрѣзъ концентрированною хромовою кислотою, то получается результатъ противоположный дѣйствію сѣрной кислоты: срединныя пластинки растворяются, и клѣтки отдѣляются другъ отъ друга. Слой утолщенія при этомъ значительно разбухаетъ; граничная плёнка вначалѣ становится болѣе рѣзкой, но вскорѣ исчезаетъ.

Для того чтобы познакомиться съ характерными реакціями на древесинное вещество (лигнинъ), воспользуемся флорглюциномъ и сѣрнокислымъ анилиномъ. [8]) Растворивъ небольшое количество флорглюцина въ спиртѣ, погрузимъ въ этотъ растворъ нѣсколько разрѣзовъ древесины; затѣмъ перенесемъ эти разрѣзы на предметное стекло въ каплю воды и подвергнемъ дѣйствію соляной кислоты, прибавляя ее понемногу на край покровной пластинки. Стѣнки клѣтокъ принимаютъ тотчасъ-же великолѣпную фіолетовую окраску.

Разрѣзы древесины, погруженные въ водный растворъ сѣрнокислаго анилина, окрашиваются тотчасъ въ ярко-желтый цвѣтъ и это окрашиваніе можно усилить, прибавляя разбавленной сѣрной кислоты. Вмѣсто флорглюцина съ такимъже точно успѣхомъ можно употреблять водный или спиртовой экстрактъ древесины вишневаго дерева. [9]) — Если обработать концентрированной соляной кислотой свѣжіе разрѣзы стебля сосны, на которыхъ сохранилась кора или сердцевина — то немедленно появляется желтая окраска древесины, которая затѣмъ постепенно отъ периферіи къ центру, или наоборотъ отъ центра къ периферіи переходитъ въ фіолетовый цвѣтъ. [10])—И здѣсь мы имѣемъ дѣло съ реакціей флорглюцина, содержащагося въ клѣткахъ коры, resp. сердцевины. Даже сердцевинные лучи молодой древесины содержатъ немного флорглюцина, такъ что фіолетовое окрашиваніе можетъ распространяться также и отъ сердцевинныхъ лучей.

Это различное отношеніе одревеснѣвшихъ и неодревеснѣвшихъ клѣточныхъ оболочекъ къ различнымъ красящимъ веществамъ будетъ намъ весьма полезно впослѣдствіи, при дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ.

Примѣчаніе къ V-му упражненію.

1) Сравни: Sachs, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. III p. 187.

2) Barfoed de organiske Stoffers qualitative Analyse Kjöbenhawn, 1878, p. 210, 217, 223 примѣч.

3) H. Molisch; Ber. d. deut. bot. Gesell. I. Jahrg. p. 150.

4) Sachs. Bot. Ztg. 1864, r. 77. Hansen, Arb. d. bot. Inst. in Würzburg, Bd. III, p. 108. Mayer, Bot. Ztg. 1873, p. 334.

5) W. Gardiner Proccedings of the Cambridge Phil. Soc. vol. IV. Pl. VI, p. 387. Sanio. Jahrb. f wiss. Bot. Bd. IX p. 50 Strasburger. Zellhäute, p. 38. Russow, Bot. Centralblatt, Bd. XIII N. 1—5; тамъ и остальная литература.

6) Срав. Russow, Bot. Centralbl. 1883. Bd. XIII, N. 1--5.

7) Тангентально расположенныя окаймленныя поры встрѣчаются у сосны весьма рѣдко; напротивъ, въ клѣткахъ осенняго дерева другихъ представителей сем. Abietineae онѣ попадаются почти постоянно.

8) Оба реактива введены Визнеромъ (срав. Sitzungber. d. math. nat. kl. d. Akad. d. Wiss. Bd. LXXVII, 1, Abthg и уже прежде въ другихъ мѣстахъ.

9) v. Höhnel. Sitzber. d. math. n. kl. d. Wiener Acad. d. Wiss. Bd. LXXVI p. 685.

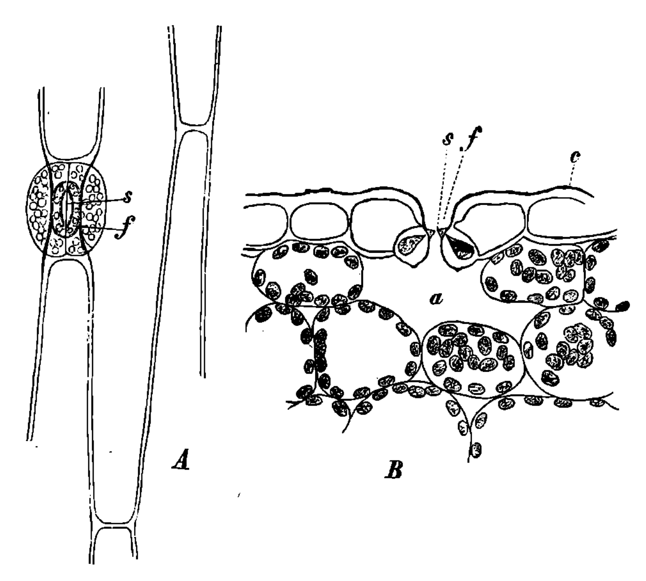
10) Тамъ-же p. 676.

VI. Упражненіе.

Эпидермисъ, устьица.

Приготовимъ плоскостной разрѣзъ внѣшней (морфологической нижней) стороны листа Iris florentina. Разрѣзъ долженъ быть очень тонокъ и касаться лишь ткани, лежащей подъ эпидермисомъ. Станемъ изслѣдовать разрѣзъ въ водѣ, при чемъ внѣшняя его сторона должна быть обращена вверхъ; мы увидимъ, что эпидермисъ состоитъ изъ удлиненныхъ клѣтокъ, расположенныхъ параллельно длинной оси листа. — Клѣтки эти плотно соединены между собою, безъ всякихъ межклѣтныхъ пространствъ и содержатъ безцвѣтный сокъ, сильно редуцированный протоплазматическій слой и ядро. Снаружи эпидермисъ покрытъ мелкозернистымъ восковымъ покровомъ. — Въ одной плоскости съ эпидермальными клѣтками лежатъ эллиптической формы устьица, которые однако видны не ясно, потому что четыре сосѣднія эпидермальныя клѣтки возвышаются надъ замыкающими

клѣтками устьица и частью ихъ покрываютъ. Вслѣдствіе этого надъ устьицемъ образуется небольшое углубленіе, наполненое воздухомъ и потому кажущееся чернымъ. Для того, чтобы ясно



Фиг. 26. Эпидермисъ нижней стороны листа Iris florentina. *A*—сверху, *B*—въ поперечномъ разрѣзѣ. *f*—углубленіе; *s*—щель; *c*—кутикула; *a*—воздушная полость. Увел. 240.

видѣть замыкающія клѣтки, слѣдуетъ опрокинуть разрѣзъ и разсматривать его съ внутренней стороны. Тогда легко убѣдиться, что устьица состоятъ изъ двухъ замыкающихъ клѣтокъ полулуновидной формы, содержащихъ, въ отличіе отъ обыкновенныхъ эпидермальныхъ клѣтокъ, хлорофилловыя зерна; по срединѣ клѣтки замѣтно ядро въ видѣ свѣтлаго пятнышка.—Между замыкающими клѣтками находится веретенообразная щель, длина которой равна половинной длинѣ замыкающихъ клѣтокъ.—Въ виду того, что длинная ось устьицъ совпадаетъ съ длинною осью листа, весьма легко получить хорошіе поперечные разрѣзы устьицъ: слѣдуетъ только приготовить разрѣзы листа перпендикулярные его длинной оси.

Съ этою цѣлью вырѣжемъ изъ листа помощью ножницъ узкую полоску (шириною приблизительно въ 3 *mm*) и заключимъ ее въ кусокъ сердцевины бузины или розы. Такую сердцевину легко добыть изъ сухихъ стеблей названныхъ растеній, срѣзывая съ ихъ поверхности кору и древесину. Кусокъ такой сердцевины, длиною въ 3 *ctm.* разрѣзывается острой бритвой попо-

ламъ и между двухъ этихъ половинокъ помѣщается плоская полоска ткани, изъ которой желательно приготовить поперечный разрѣзъ; при этомъ узкій край такой полоски долженъ доходить до конца сердцевины. — Тонкіе поперечные разрѣзы дѣлаются затѣмъ одновременно черезъ сердцевину и черезъ объектъ и переносятся посредствомъ кисточки на предметное стекло. — Во время приготовленія разрѣзовъ обѣ половинки сердцевины или просто держатъ въ пальцахъ или связываютъ ихъ ниткою. Держать сердцевину слѣдуетъ такимъ образомъ, чтобы бритва захватывала всю широкую поверхность объекта, а не только край его; при этомъ получаются болѣе равномѣрные разрѣзы. Мягкую сердцевину розы слѣдуетъ предпочесть болѣе плотной сердцевинѣ бузины при рѣзаніи нѣжныхъ объектовъ; для болѣе плотныхъ объектовъ, какъ напр. нашъ листъ въ данномъ случаѣ, должно употреблять преимущественно бузинную сердцевину; для объектовъ очень твердыхъ — не сердцевину — а бутылочную пробку. Приготовленіе достаточно тонкихъ препаратовъ не должно представить въ такомъ случаѣ никакихъ серьезныхъ затрудненій, — если-же таковыя встрѣчаются, то ихъ можно устранить, пользуясь микротомомъ.—Ручной микротомъ простѣйшей конструкціи, какой можно пріобрѣсть у Цейсса (каталогъ 1883 г. № 140) за 18 марокъ, совершенно достаточенъ для этой цѣли. Микротомъ этотъ состоитъ изъ круглой, гладко отшлифованной, мѣдной пластинки, шириною въ 80 *mm.*, прикрѣпленной къ цилиндрической гильзѣ, которая въ то-же время служитъ и рукояткой. Внутри этой гильзы помѣщена другая, двигающаяся съ помощью винта вверхъ и внизъ; движеніе это измѣряется при помощи круга, снабженнаго дѣленіями. Кусокъ сердцевины, въ которомъ укрѣпленъ объектъ, ущемляется между двумя кусками пробки, прилаженными къ внутренней гильзѣ микротома; сердцевина выдается нѣсколько надъ пробкой и лежитъ въ уровень съ мѣдной пластинкой. Разрѣзы дѣлаются или обыкновенною бритвою, или бритвою плоско отшлифованною съ одной стороны; бритва ведется по поверхности мѣдной пластинки.— Послѣ каждаго разрѣза объектъ вращеніемъ винта приподнимается немного вверхъ.—Микротомы болѣе сложной конструкціи, употребляемые зоологами,—для ботаниковъ излишни.

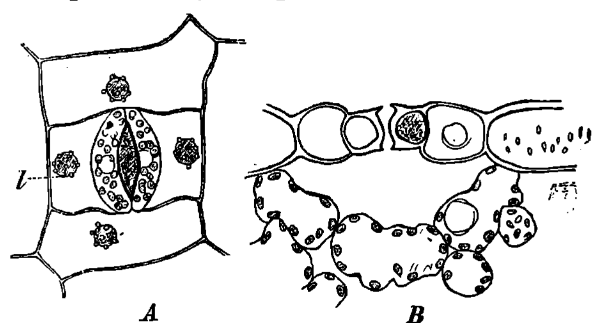
Приготовимъ большое число препаратовъ для будущихъ наблюденій и помѣстимъ ихъ предварительно въ часовое стекло, наполненное водою. — Изслѣдуя первые разрѣзы въ водѣ, мы увидимъ, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ они представляютъ срединныя пластинки изъ устьицъ въ такомъ видѣ, какъ это изображено на фиг. 26 *B*. Этотъ разрѣзъ показываетъ, что эпидермальныя клѣтки Iris florentina утолщены снаружи сильнѣе, чѣмъ внутри; впрочемъ внутреннія ихъ стѣнки все-таки относительно достаточно толсты, между тѣмъ какъ радіальныя имѣютъ

весьма ничтожную толщину. Это обстоятельство находится въ связи съ физіологическими функціями эпидермиса, который не только служитъ внѣшнимъ покровомъ растенія, но представляетъ собою водяной его резервуаръ. Такія радіальныя стѣнки даютъ возможность эпидермальнымъ клѣткамъ измѣнять свой объемъ: при уменьшеніи количества воды высота клѣтокъ уменьшается, при увеличеніи количества воды — увеличивается. Двѣ замыкающія клѣтки устьица лежатъ ниже эпидермальныхъ клѣтокъ и теперь становится понятнымъ, какимъ образомъ послѣднія возвышаются надъ устьицемъ.—Небольшое углубленіе (*f*) ведетъ къ замыкающимъ клѣткамъ, которыя на поперечномъ разрѣзѣ представляютъ вполнѣ своеобразное строеніе. На верхней и на нижней своей поверхности клѣтки эти сильно утолщены, и эти утолщенныя мѣста на сторонѣ щели примыкаютъ другъ къ другу. Надъ утолщеннымъ мѣстомъ находится еще особый клювообразный отростокъ. Противоположная стѣнка замыкающей клѣтки, которою она граничитъ съ клѣтками эпидермальными, сравнительно очень тонка.—Такое строеніе замыкающихъ клѣтокъ находится въ связи съ механизмомъ ихъ движенія; если тургоръ ихъ увеличивается, онѣ сильнѣе изгибаются, и щель вслѣдствіе этого расширяется; наоборотъ, если тургоръ уменьшается, клѣтки эти должны выпрямиться, и щель съузится. Въ самомъ дѣлѣ, вполнѣ понятно, что при увеличеніи тургора замыкающая клѣтка на сторонѣ, представляющей меньшее сопротивленіе, становится болѣе выпуклой, на сторонѣ, представляющей большее сопротивленіе — болѣе вогнутой, подобно тому, какъ каучуковая трубка съ неравномѣрно утолщенной стѣнкой становится вогнутой на сторонѣ бо́льшаго сопротивленія, при накачиваніи въ нее воздуха или воды. Тонкое мѣсто на сторонѣ, обращенной къ щели, гдѣ соприкасаются утолщенія, облегчаетъ измѣненіе формы замыкающихъ клѣтокъ въ томъ смыслѣ, что на этой сторонѣ онѣ становятся болѣе плоскими; мы видимъ также, что наружная стѣнка эпидермиса, приближаясь къ замыкающимъ клѣткамъ, внезапно утончается, что въ свою очередь облегчаетъ движеніе замыкающихъ клѣтокъ. Послѣднія укрѣплены здѣсь какъ бы на шарнирахъ на такъ называемыхъ кожистыхъ суставахъ. Подъ устьицемъ лежитъ дыхательная полость (*a*) — большое межклѣтное пространство, наполненное воздухомъ, окруженное хлорофиллоносными клѣтками и находящееся въ сообщеніи съ другими межклѣтными пространствами.—Обработавъ разрѣзъ хлор-цинк-іодомъ, мы увидимъ, что стѣнки эпидермиса окрашиваются по всей своей окружности, за исключеніемъ тонкой, снабженной складками наружней плёнки, принимающей желтобурый цвѣтъ и называемой кутикулой (*c*). Эта кутикула утолщается у щели устьица и образуетъ упомянутый выше клювовидный отростокъ, который отъ хлорцинкіода при-

нимаетъ желтобурую окраску и, слѣдовательно, кутинизированъ. Кутикула въ видѣ нѣжной плёнки покрываетъ замыкающія клѣтки на сторонахъ, граничащихъ со щелью, и продолжается до хлорофиллоносной паренхимы. И замыкающія клѣтки, исключая только покрывающую ихъ кутикулу, окрашиваются въ фіолетовый цвѣтъ. При дѣйствіи концентрированной сѣрной кислоты всѣ клѣтки разрѣза растворяются, и остается лишь кутикула съ кутинизированными отростками устьица.

Чрезвычайно удобный для изученія устьицъ объектъ представляетъ намъ Tradescantia virginica. Эпидермисъ обѣихъ сторонъ листа состоитъ изъ многоугольныхъ клѣтокъ, вытянутыхъ по направленію длинной оси листа и чередующихся съ узкими полосками изъ болѣе узкихъ и длинныхъ клѣтокъ. Эти послѣднія замѣтны даже простымъ глазомъ и именно на нижней поверхности; онѣ зеленаго цвѣта, въ то время какъ участки, состоящіе изъ крупныхъ клѣтокъ, кажутся сѣрыми. Боковыя стѣнки эпидермальныхъ клѣтокъ снабжены порами; наружная ихъ поверхность слабо полосата. Число устьицъ на нижней поверхности листа гораздо болѣе значительно, а потому нижнюю поверхность мы и будемъ изслѣдовать.

Устьица окружены почти всегда четырьмя эпидермальными клѣтками (фиг. 27) и лежатъ на одномъ съ ними уровнѣ; щель ихъ сравнительно большая. Замыкающія клѣтки содержатъ хлорофилловыя зерна, между которыми большею частью видно ядро;



Фиг. 27. Эпидермисъ нижней поверхности листа Tradescantia virginica. *A*—сверху, *B*—въ поперечномъ разрѣзѣ; *l*—лейкопласты. Увел. 240.

и въ эпидермальныхъ клѣткахъ также замѣтны ядра, окруженныя безцвѣтными лейкопластами (27, *A*); клѣточный ихъ сокъ окрашенъ мѣстами въ розовый цвѣтъ. Длинная ось устьицъ совпадаетъ и здѣсь съ длинною осью листа, что значительно облегчаетъ приготовленіе хорошихъ поперечныхъ разрѣзовъ.— На поперечномъ разрѣзѣ устьице имѣетъ видъ, представленный на фиг. 27 *B*.—Стѣнки замыкающихъ клѣтокъ, обращенныя къ

щели, здѣсь также сильно утолщены; стѣнки-же, граничащія съ эпидермальными клѣтками — тоньше. Кромѣ того, легко замѣтить, что двѣ сосѣднія съ замыкающими эпидермальныя клѣтки имѣютъ болѣе плоскую форму, и что наружныя ихъ стѣнки утолщены слабѣе, чѣмъ такія-же стѣнки другихъ эпидермальныхъ клѣтокъ. Эти двѣ клѣтки, называемыя придаточными, принадлежатъ къ устьицу и образуютъ шарнирный суставъ, который у Iris florentina былъ замѣненъ тонкимъ участкомъ кожицы въ мѣстѣ прикрѣпленія замыкающихъ клѣтокъ.

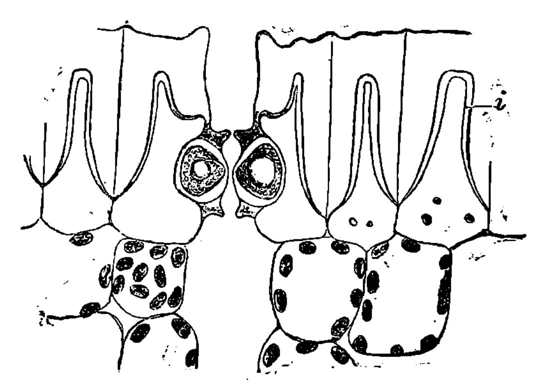
Лейкопласты (*l*), окружающіе ядро въ эпидермальныхъ клѣткахъ, представляютъ весьма удобный объектъ для наблюденія.—Весьма любопытно то обстоятельство, что образованія эти, находясь въ клѣткахъ эпидермиса и подвергаясь, слѣдовательно, дѣйствію свѣта, остаются однако безцвѣтными и не выростаютъ въ хлорофилловыя зерна.—Очевидно эпидермисъ не функціонируетъ здѣсь, какъ ассимиляціонный аппаратъ, а играетъ иную роль.

Часто разводимая въ садахъ Tradescantia zebrina имѣетъ устьица подобнаго же строенія.—Только нижняя сторона листа снабжена устьицами. Поперечный ихъ разрѣзъ весьма поучителенъ, но полученіе такихъ разрѣзовъ связано съ значительными трудностями; впрочемъ для общаго разсмотрѣнія годятся и толстые разрѣзы. — Эпидермальныя клѣтки обѣихъ сторонъ листа отличаются своей значительной величиной; высота клѣтокъ верхней стороны равняется почти половинной толщинѣ всего листа; многія изъ нихъ раздѣлены поперечными перегородками. Клѣтки содержатъ водянистый клѣточный сокъ; въ клѣткахъ нижней стороны онъ по большей части окрашенъ въ розовый цвѣтъ.—Такимъ образомъ листья Tradescantia zebrina имѣютъ въ клѣткахъ эпидермиса большой водяной резервуаръ. Придаточныя клѣтки, всегда въ числѣ четырехъ, совершенно плоски, вслѣдствіе чего подъ устьицемъ образуется большая дыхательная полость, имѣющая высоту, равную высотѣ сосѣднихъ эпидермальныхъ клѣтокъ. — Даже на толстыхъ мѣстахъ разрѣза изъ нижней поверхности листа, при соотвѣтственной болѣе глубокой установкѣ, можно видѣть ясно дыхательную полость, если только она не вскрыта разрѣзомъ и остается наполненной воздухомъ. — Вблизи ядеръ эпидермальныхъ клѣтокъ и здѣсь ясно замѣтны лейкопласты.

Виды Aloë и Agave имѣютъ эпидермальныя клѣтки, сильно утолщенныя на внѣшней поверхности, и вслѣдствіе этого устьица ихъ погружены такъ сказать въ эпидермисъ. — Возьмемъ для изслѣдованія Aloë nigricans, видъ весьма распространенный въ оранжереяхъ, съ язычкообразными двурядными листьями; листья его представляютъ объектъ весьма поучи-

тельный и препарируются сравнительно легко. — Эпидермисъ верхней и нижней стороны листа состоитъ изъ правильныхъ многоугольныхъ (большею частью шестиугольныхъ) клѣтокъ. Полость этихъ клѣтокъ представляется въ видѣ сравнительно небольшаго округлаго пространства; она кажется черной потому, что клѣтки, будучи вскрыты бритвой, наполняются воздухомъ. Устьица встрѣчаются какъ на верхней, такъ и на нижней поверхности листьевъ и помѣщены въ небольшихъ углубленіяхъ. Углубленія ограничены всегда четырьмя клѣтками, имѣютъ четырехугольное очертаніе и кромѣ того окружены нѣсколько выдающейся рамкой. — Для того чтобы видѣть замыкающія клѣтки, слѣдуетъ помѣстить разрѣзъ на предметное стекло внутренней его поверхностью вверхъ. Замыкающія клѣтки сравнительно широки и коротки; въ ихъ содержимомъ замѣтны шарообразныя капельки масла, сильно преломляющія свѣтъ.—Въ виду того, что эпидермисъ этихъ листьевъ весьма плотенъ, мы станемъ приготовлять поперечные разрѣзы, помѣщая ихъ между двухъ кусковъ пробки; при этомъ мы не будемъ употреблять цѣльный листъ, а срѣжемъ съ поверхности его полоску ткани толщиною въ 1 *mm*.

Такъ какъ устьица расположены параллельно длинной оси листа, то нашу полоску ткани мы должны помѣстить такимъ образомъ, чтобы разрѣзы направлялись перпендикулярно къ этой оси. Рѣзать ткань слѣдуетъ, начиная съ мягкихъ ея участковъ.— На такихъ разрѣзахъ прежде всего бросается въ глаза сильное утолщеніе эпидермальныхъ клѣтокъ (фиг. 28); утолщены преимущественно наружныя половинки клѣтокъ, вслѣдствіе чего и полость клѣтокъ постепенно съуживается кнаружи. — Утолщенныя стѣнки— бѣлаго цвѣта, сильно преломляютъ свѣтъ и покрыты еще сильнѣе преломляющей свѣтъ, но не рѣзко отграниченной кутикулой.— Боковыя границы между клѣтками обозначены лишь нѣжными линіями, проходящими въ утолщенной массѣ; снаружи онѣ замѣтны по небольшимъ вздутіямъ. — Внутренняя сторона сильно преломляющаго свѣтъ слоя утолщенія покрыта сравнительно тонкимъ слоемъ слабѣе



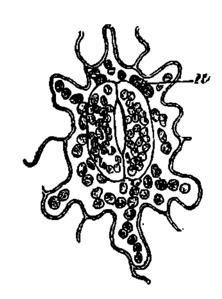
Фиг. 28. Поперечный разрѣзъ эпидермиса и устьица Aloë nigricans. *i* — внутренній слой утолщенія. Увел. 240.

преломляющимъ свѣтъ (*i*); этотъ слой выстилаетъ такимъ образомъ съуженную часть полости клѣтки и, постепенно выклиниваясь, исчезаетъ на боковыхъ стѣнкахъ, вмѣстѣ съ сильно преломляющимъ свѣтъ слоемъ.—Вся эта утолщенная часть эпидермиса имѣетъ видъ занавѣски съ правильными зубьями. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ лежитъ углубленіе, на днѣ котораго помѣщается устьице, мы замѣчаемъ прежде всего выступъ, окружающій углубленіе въ видѣ рамы; далѣе мы видимъ, что зубецъ, образуемый слоями утолщенія, съ одной стороны какъ-бы перерѣзанъ пополамъ и имѣетъ здѣсь только половинную высоту. — Замыкающія клѣтки несутъ на сторонѣ, обращенной къ щели, сверху и снизу небольшой полоскообразный выступъ, имѣющій на разрѣзѣ форму клюва. Надъ замыкающими клѣтками находятся утонченныя мѣста оболочки, играющія роль кожистыхъ суставовъ. Дыхательная полость узкая и глубокая.—Часто на утолщенныхъ стѣнкахъ эпидермальныхъ клѣтокъ можно замѣтить параллельную, болѣе или менѣе косо проходящую полосатость; полосатость эта образуется при рѣзаніи бритвой и появляется нерѣдко въ томъ-же видѣ на твердыхъ и эластическихъ объектахъ.

На разрѣзахъ, подвергнутыхъ дѣйствію хлор-цинк-іода, слой утолщенія, сильно преломляющій свѣтъ, принимаетъ желтобурую окраску и, слѣдовательно, кутинизированъ; самый внутренній его участокъ (*i*) окрашивается напротивъ того, въ фіолетовый цвѣтъ и въ такой-же цвѣтъ окрашиваются всѣ остальныя ткани листа. — Желтобурая окраска распространяется по шарниру на выступы, сидящіе на замыкающихъ клѣткахъ; другія стѣнки замыкающихъ клѣтокъ получаютъ фіолетовое окрашиваніе. При обработкѣ концентрированной сѣрной кислотой сохраняются въ первый моментъ дѣйствія всѣ части, принимающія отъ хлор-цинк-іода желтобурую окраску; послѣ нѣсколькихъ часовъ дѣйствія реактива онѣ также растворяются, и остается лишь нѣжная кутикула и тонкія срединныя пластинки, лежащія между эпидермальными клѣтками. Кутикула покрываетъ замыкающія клѣтки и продолжается до внутренней хлорофиллоносной ткани. — Кутикулярные слои и кутикула принимаютъ отъ сѣрной кислоты бурый цвѣтъ. Масло, находящееся въ замыкающихъ клѣткахъ, принимаетъ подъ вліяніемъ кислоты форму шара, сильно преломляющаго свѣтъ, который послѣ нѣкотораго времени исчезаетъ.

Въ способѣ распредѣленія устьицъ на эпидермисѣ встрѣчаются разнообразныя модификаціи. Весьма любопытенъ тотъ случай, гдѣ устьице окружено одной кольцеобразной эпидермальной клѣткой; наблюдать его можно у папоротника Aneimia fraxinifolia, культивируемаго во всякомъ ботаническомъ саду. Клѣтки эпидермиса имѣютъ здѣсь волнистое очертаніе (фиг. 29), вслѣдствіе чего, какъ и у многихъ другихъ растеній, увеличи-

вается прочность ихъ взаимнаго соединенія.— Подобно другимъ папоротникамъ Aneimia содержитъ въ клѣткахъ эпидермиса хлорофилловыя зерна и потому здѣсь мы не встрѣчаемъ такого раздѣленія физіологическаго труда, какъ у большинства цвѣтковыхъ растеній: эпидермисъ здѣсь принадлежитъ также къ ассимиляціонной ткани.—Устьице заключено въ окружающую его эпидермальную клѣтку, какъ въ рамку. Поперечные разрѣзы (пересѣкающіе боковые нервы подъ прямымъ угломъ) показываютъ, что устьице выдается нѣсколько надъ поверхностью эпидермиса.— Этотъ крайній случай связанъ цѣлымъ рядомъ переходныхъ формъ съ другими менѣе рѣзкими; въ самомъ дѣлѣ, достаточно представить себѣ, что устьице сдвинуто къ одной изъ боковыхъ стѣнокъ эпидермальной клѣтки для того, чтобы положеніе устьица не представляло ничего необычайнаго.



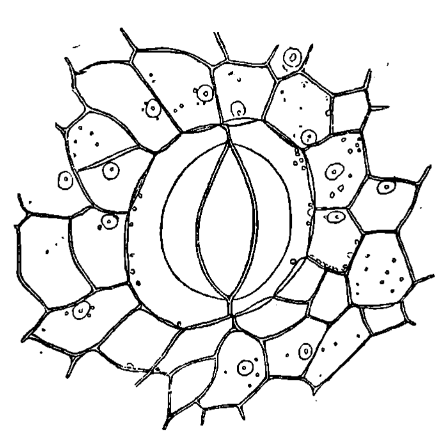
Фиг. 29. Aneimia fraxinifolia. Устьице, окруженное эпидермальн. клѣткой. n—ядро эпидермальной клѣтки. Увел. 240.

Своеобразный примѣръ представляетъ намъ Nerium Oleander. Съ перваго взгляда мы не находимъ устьицъ ни на верхней, ни на нижней сторонѣ листа. Та и другая покрыты сравнительно мелкоклѣтчатымъ эпидермисомъ, который на нижней сторонѣ усаженъ короткими, одноклѣтными и утолщенными почти до исчезновенія полости волосками. На нижней сторонѣ листа мы замѣчаемъ кромѣ того различной величины углубленія, наполненныя воздухомъ, и края которыхъ усажены также короткими волосками, подобными только что упомянутымъ, но слабѣе утолщенными.

Эти волоски закрываютъ ямку снаружи.—Второй плоскостной разрѣзъ, сдѣланный на томъ же мѣстѣ нижней стороны листа, съ котораго уже раньше былъ срѣзанъ эпидермисъ, позволяетъ намъ разсмотрѣть дно ямки. При этомъ необходимо удалить предварительно воздухъ, или при помощи воздушнаго насоса, или погружая разрѣзъ въ алкоголь. Тогда на стѣнкахъ ямки мы увидимъ конусовидныя возвышенія, верхушки которыхъ заняты устьицами. — Боковыя стѣнки маленькихъ конусовъ состоятъ изъ эпидермальныхъ клѣтокъ, между которыми лежитъ дыхательная полость, достигающая до устьица. Между конусами, несущими устьица, на стѣнкахъ ямки сидятъ такіе-же волоски, какіе мы видѣли на ея краю.

Теперь познакомимся на весьма удобномъ объектѣ съ водяными устьицами или щелями. Они имѣютъ такое-же строеніе, какъ и воздушныя устьица, названныя нами для краткости просто — устьицами; эти только нѣсколько крупнѣе, и ихъ щель вмѣстѣ съ сосѣднимъ межклѣточнымъ пространствомъ (дыхательною полостью) бываетъ на-

полнена покрайней мѣрѣ втеченіи нѣкотораго времени водою. Ихъ замыкающія клѣтки, неподвижныя вѣроятно и въ началѣ ихъ образованія, скоро отмираютъ и теряютъ навсегда свою подвижность. Удобнымъ объектомъ для изученія этихъ образованій является Tropaeolum majus. Водяныя щели сидятъ на верхней поверхности листа, надъ окончаніями главныхъ нервовъ. — Въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится водяная щель, край листа представляетъ небольшое углубленіе. — Водяныя щели можно видѣть отчасти, положивъ прямо кусочекъ листа въ каплю воды подъ покровную пластинку; подробности строенія слѣдуетъ изучать на плоскостныхъ разрѣзахъ черезъ соотвѣтствующее мѣсто листоваго края. — Въ этомъ случаѣ водяное устьице представляется въ такомъ видѣ, какъ изображено на фиг. 30; содержимое клѣтокъ редуцировано здѣсь до крайняго предѣла. — Водяныя щели встрѣчаются постоянно въ большомъ числѣ неподалеку другъ отъ друга.



Фиг. 30. Водяная щель на краю листа Tropaeolum majus, съ сосѣдними эпидермальными клѣтками. Увел. 240.

Примѣчаніе къ VI-му упражненію.

[1]) Strasburger, Jahrb f wiss. Bot. V. p. 297; de Bary. Vergl. Anat. p. 32 и слѣд., 70 и слѣд.; Schwendener. Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wiss in Berlin 1881 p. 833. Въ первыхъ двухъ сочиненіяхъ остальная литература.

[2]) Westermaier, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIV p. 43.

VII. Упражненіе.

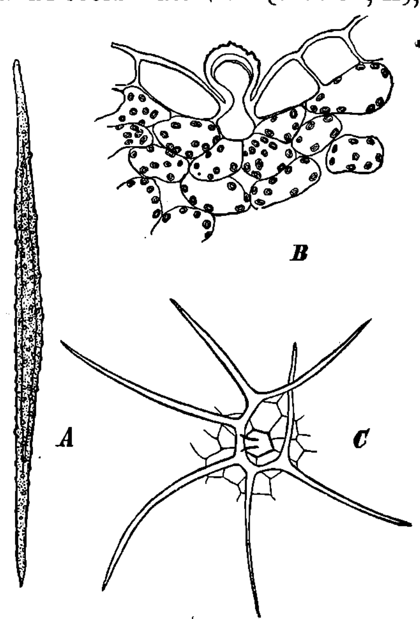
Эпидермисъ, волоски. Слизь и воскъ.

Мы познакомились уже съ корневыми волосками Hydrocharis morsus ranae и въ виду того, что корневые волоски всѣхъ другихъ растеній представляютъ подобные же одноклѣтные мѣшечки,—дальнѣйшее изслѣдованіе этихъ образованій мы можемъ оставить въ сторонѣ.— Мы видѣли также конусовидные

сосочки, образуемые эпидермальными клѣтками различныхъ лепестковъ (Tropaeolum, Rosa); наблюдали тычиночные волоски Tradescantia, состоящіе изъ одного ряда боченкообразной формы клѣтокъ. — Наконецъ, мы ознакомились и съ волосками Cucurbita, представляющими простыя, постепенно заостряющіяся нити на многоклѣтчатомъ основаніи.

Такимъ образомъ на этихъ нѣсколькихъ примѣрахъ мы имѣли случай познакомиться вообще съ волосками растеній, и теперь будетъ полезно пополнить наши свѣдѣнія въ этомъ отношеніи.

Весьма разнообразныя формы одноклѣтныхъ, вѣтвистыхъ волосковъ мы встрѣчаемъ на листьяхъ и стебляхъ представителей сем. крестоцвѣтныхъ (Cruciferae). На листьяхъ и стеблѣ Cheiranthus Cheiri сидятъ копьевидныя образованія, съ узкою полостью, постепенно исчезающей къ обоимъ концамъ (фиг. 31, *A*); наружная ихъ поверхность покрыта бугорками двоякаго рода: болѣе крупными въ меньшемъ числѣ и мелкими, весьма многочисленными. Въ виду того, что образованія эти расположены параллельно длинной оси листа, весьма не трудно получить хорошій поперечный ихъ разрѣзъ; такъ какъ впрочемъ для насъ важно, чтобы разрѣзъ прошелъ черезъ середину мѣста прикрѣпленія волоска, то, для увеличенія шансовъ успѣха, слѣдуетъ приготовить сразу много препаратовъ. На удачномъ препаратѣ мы замѣтимъ, что мѣсто прикрѣпленія волоска лежитъ въ углубленіи (фиг. 31, *B*), что эпидермальная клѣтка, разростающаяся въ волосокъ, нѣсколько уже сосѣднихъ, и что ея нижняя округленная и нѣсколько вздутая часть проникаетъ глубже въ окружающую ткань; эта часть образуетъ «ножку» волоска; продольные разрѣзы листа показываютъ, что ножка имѣетъ одинаковую ширину какъ въ продольномъ, такъ и въ поперечномъ направленіи; въ тоже время они убѣждаютъ насъ въ томъ, что полость ножки переходитъ

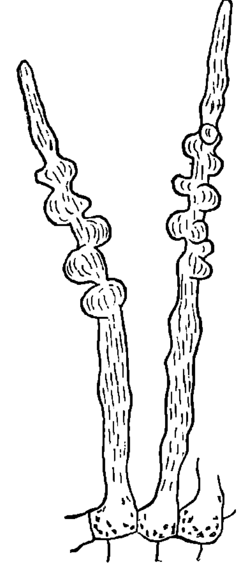


Фиг. 31. *A* и *B* — съ нижней стороны листа Cheiranthus Cheiri: *A*—волосокъ сверху, увел. 90. *B* — въ разрѣзѣ, увел. 240. *C*—съ нижней поверхности листа Matthiola annua. Волосокъ сверху. Увел. 90.

прямо въ полость тѣла волоска. — Вполнѣ точное представленіе о формѣ ножки можно составить себѣ, разсматривая снизу тонкіе плоскостные разрѣзы. Ножка въ поперечномъ разрѣзѣ имѣетъ круглую форму; на этихъ же разрѣзахъ легко убѣдиться, что хлорофиллоносныя клѣтки листовой ткани примыкаютъ радіально, безъ всякихъ промежутковъ, къ нижней нѣсколько вздутой части ножки.

Волоски, сидящіе на листьяхъ и стеблѣ Matthiola annua, представляются многократно развѣтвленными въ одной плоскости. Волоски эти сидятъ, въ особенности на нижней сторонѣ листьевъ, такъ густо, что вѣтви ихъ переплетаются между собою. Полость тѣла волоска почти незамѣтна, благодаря сильному утолщенію стѣнокъ. Бугорки на поверхности очень слабо развиты. Весьма поучителенъ видъ эпидермиса снизу: нижняя часть ножки значительно расширена, и вокругъ нея располагаются радіально и очень красиво хлорофиллоносныя клѣтки.

Вполнѣ своеобразную форму имѣютъ длинные одноклѣтные волоски (фиг. 32), сидящіе въ желобкѣ шпорцевиднаго лепестка Viola tricolor. Они видны хорошо на поперечномъ разрѣзѣ нижняго лепестка, сдѣланномъ въ томъ его мѣстѣ, гдѣ начинается желобокъ. Эпидермальныя клѣтки выростаютъ въ волоски почти во всю свою ширину. Волосокъ покрытъ неправильными, суковатыми выростками; его кутикула имѣетъ продольныя выдающіяся полоски. Клѣточный сокъ безцвѣтенъ, но въ стѣнкоположной протоплазмѣ часто встрѣчаются желтыя окрашенныя тѣла.



Фиг. 32. Волоски изъ желобка нижняго лепестка Viola tricolor. Увел. 240.

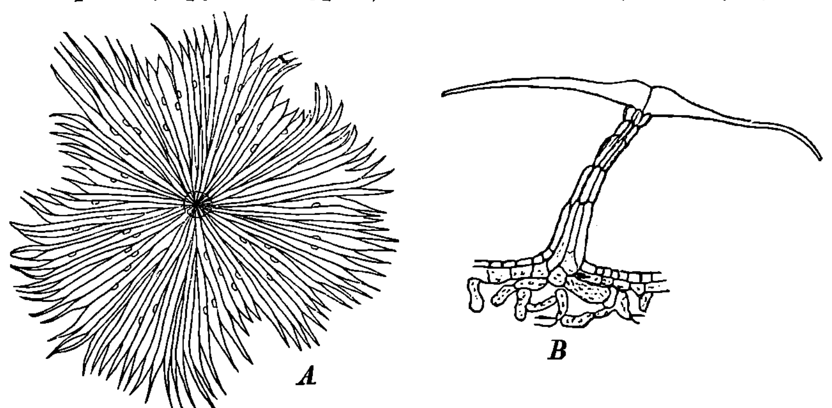
Тычиночныя нити въ цвѣткахъ Verbascum nigrum покрыты одноклѣтными фіолетовыми волосками. Для изслѣдованія отдѣляютъ нить отъ пыльника и помощью иголокъ расщепляютъ ее на части въ каплѣ воды на предметномъ стеклѣ. — Волоски очень длинны, булавовидно вздуты на концахъ и содержатъ фіолетовый клѣточный сокъ. Поверхность волосковъ покрыта удлиненными бугорками, расположенными въ видѣ болѣе или менѣе правильныхъ спиралей.

У того-же растенія мы находимъ вѣтвистые многоклѣточные волоски на нижней сторонѣ и на краяхъ лепестковъ. — Разсматриваемые сверху, волоски эти представляютъ нѣкоторое сходство съ волосками Matthiola, съ тою однако разницею, что

всѣ вѣтви здѣсь выходятъ изъ одного общаго основанія и каждая вѣтвь представляетъ отдѣльную клѣтку; кромѣ того, вѣтви не располагаются въ одной плоскости, а приподнимаются подъ различными углами. Стѣнки ихъ утолщены такъ-же сильно, какъ и у Matthiola; наружнихъ отростковъ нѣтъ. Волоски, сидящіе на краяхъ лепестковъ, видны въ профиль; тѣло волоска отдѣлено перегородкою отъ образовавшей его эпидермальной клѣтки; оно состоитъ изъ ствола, почти всегда одноклѣтнаго, и сидящихъ на немъ вѣтвей. Иногда встрѣчаются нѣкоторыя незначительныя уклоненія въ строеніи этихъ волосковъ, но онѣ едва-ли нуждаются въ объясненіяхъ. Кромѣ этихъ вѣтвистыхъ волосковъ на краю лепестковъ попадаются еще маленькіе железистые волоски; они состоятъ изъ двух- или трехклѣтнаго стволика и плоской головки, которая на верхушкѣ покрыта нерѣдко сильно преломляющимъ свѣтъ веществомъ. Мы познакомимся съ этимъ веществомъ на другомъ, болѣе подходящемъ для этого объектѣ.

Если мы представимъ себѣ, что нѣсколько многоклѣтныхъ вѣтвистыхъ волосковъ Verbascum nigrum положены другъ на друга — то получимъ волоски, покрывающіе, въ видѣ войлока, листья Verbascum thapsiforme.—Встрѣчаются волоски, состоящіе изъ пяти этажей, и каждый этажъ отдѣленъ отъ сосѣдняго одноклѣтнымъ членикомъ, представляющимъ собою продолженіе главной оси волоска. — Клѣтки этихъ волосковъ по большей части содержатъ воздухъ.—Лучше всего въ данномъ случаѣ дѣлать поперечные разрѣзы срединнаго нерва листа.

Къ той-же категоріи, къ которой принадлежатъ вѣтвистые волоски лепестковъ Verbascum, относятся также чешуйки Shepherdia canadensis.—На нижней сторонѣ листа мы находимъ здѣсь звѣздочки, которыя можно различать уже въ лупу; однѣ изъ нихъ бѣлыя, рыхлаго строенія, другія — бурыя, болѣе плотныя (фиг. 33, *A*). На



Фиг. 33. Чешуйки нижней поверхности листа Shepherdia canadensis, *A*—съ поверхности *B*—въ поперечномъ разрѣзѣ. Увел. 240.

верхней поверхности листа встрѣчаются только бѣлыя звѣздочки и въ меньшемъ количествѣ. –Клѣтки бѣлыхъ рыхлыхъ звѣздочекъ содержатъ только воздухъ и сидятъ на одномъ общемъ основаніи, отдѣляясь по бокамъ другъ отъ друга.—На верхней сторонѣ листа клѣтки волоска не лежатъ въ одной плоскости, а расходятся лучеобразно во всѣ стороны.—Клѣтки бурыхъ волосковъ, напротивъ, наполнены жизнедѣятельнымъ содержимымъ и соединены другъ съ другомъ почти до самаго края; весьма нетрудно доказать присутствіе въ нихъ ядеръ —Поперечный разрѣзъ такого волоска показываетъ, что стволикъ его состоитъ изъ многихъ клѣтокъ и что въ образованіи этого стволика принимаютъ участіе не только эпидермальныя клѣтки, но и клѣтки слѣдующаго за эпидермисомъ слоя ткани. Стволикъ несетъ на верхушкѣ звѣздчатую, однослойную, но многоклѣтчатую пластинку.

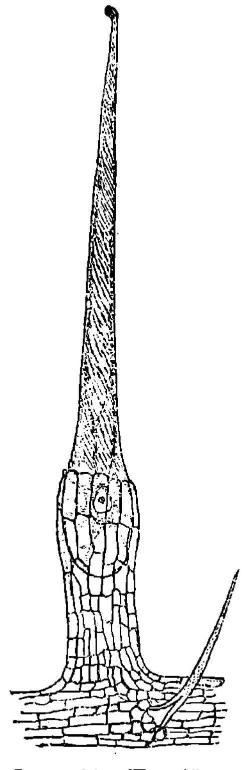
Если мы не имѣемъ подъ рукою Shepherdia canadensis, то ее въ нѣкоторой степени можетъ замѣнить Eleagnus angustifolia; у него на верхней сторонѣ листа встрѣчаются лишь бѣлыя, наполненныя воздухомъ, чешуйки; головка состоитъ изъ изолированныхъ или почти до самаго края сросшихся клѣтокъ.

Сдѣлаемъ теперь продольный разрѣзъ стебля розы, напримѣръ Rosa semperflorens нашихъ садовъ, въ томъ мѣстѣ, гдѣ на немъ сидитъ шипъ. Постараемся разрѣзать шипъ пополамъ и затѣмъ приготовимъ тонкій микроскопическій разрѣзъ; послѣдніе здѣсь не особенно легко. При рѣзаніи поверхность разрѣза должна быть смачиваема водою. — На удачномъ препаратѣ мы легко убѣждаемся, что эпидермисъ стебля продолжается и покрываетъ собою поверхность шипа; его клѣтки здѣсь сильнѣе утолщены и вытянуты въ длину. Подъ эпидермисомъ шипа расположены узкія, достаточно сильно утолщенныя клѣтки, и дальше такія же клѣтки съ болѣе широкимъ діаметромъ; послѣднія образуютъ всю срединную часть шипа. Всѣ эти клѣтки снабжены тонкими порами. Эпидермисъ стебля отдѣленъ отъ внутренней хлорофиллоносной ткани болѣе или менѣе тостымъ слоемъ удлиненныхъ, довольно сильно утолщенныхъ клѣтокъ, съ косыми поперечными перегородками, не содержащихъ хлорофилла. Эти лишенныя хлорофилла клѣтки имѣютъ одинаковое происхожденіе съ клѣтками, образующими внутреннюю ткань шипа. Элементы ткани шипа отдѣляются отъ хлорофиллоносной ткани стебля полоскою, состоящею изъ плоскихъ клѣтокъ; эта полоска образуется вслѣдствіе дѣленія самаго нижняго слоя ткани шипа, сопровождаетъ на нѣкоторомъ протяженіи хлорофиллоносную ткань стебля и заворачивается затѣмъ къ эпидермису для того, чтобы отграничить съ боковъ края шипа отъ хлорофиллоносной ткани стебля. Это — пробковый слой, на наружней поверхности котораго, при посредствѣ отдѣлительнаго слоя, происходитъ на ста-

рыхъ стебляхъ отдѣленіе шиповъ. Уже раньше удается отдѣлять шипъ отъ стебля вдоль внутренней поверхности пробковаго слоя.

Если для изслѣдованія мы возьмемъ шипъ съ поверхности листоваго черешка, то найдемъ, что онъ имѣетъ такое-же строеніе, какъ и шипы стебелей съ тою разницею, что у его основанія нѣтъ пробковаго слоя. При разсматриваніи коровой ткани розы, прилегающей къ шипу, нельзя не замѣтить присутствія въ клѣткахъ кристалловъ. Это также кристаллы щавелево-кислой извести, такъ какъ они не растворимы ни въ уксусной кислотѣ, ни въ ѣдкомъ кали, а напротивъ того, растворяются въ соляной кислотѣбезъ образованія пузырьковъ газа; они или имѣютъ форму моноклиническихъ призмъ, или встрѣчаются въ видѣ друзъ; послѣднія состоятъ изъ большаго числа кристалловъ, сидящихъ на одномъ первичномъ кристаллѣ. Такія друзы особенно характерны, благодаря ихъ величинѣ и звѣздчатому виду.

Для того, чтобы получить неповрежденными жгучіе волоски двудомной крапивы (Urtica dioica). мы должны брать ихъ съ молодыхъ частей растенія, лучше всего съ поверхности нервовъ молодыхъ и здоровыхъ листьевъ. Такой волосокъ, замѣтный простымъ глазомъ, отдѣляютъ, при помощи бритвы, у его основанія и изслѣдуютъ въ водѣ. Если волосокъ былъ уже мертвъ, то внутри его мы найдемъ воздухъ, и верхушка его повреждена. Неповрежденный волосокъ представляется въ такомъ видѣ, какъ онъ изображенъ на фигурѣ 34-й.


Фиг. 34. Жгучій волосокъ Urtica dioica вмѣстѣ съ кускомъ эпидермиса, на которомъ сидитъ маленькая щетинка.

Волосокъ состоитъ изъ одной заостренной клѣтки, образующей на верхушкѣ маленькую пуговку. У основанія волосокъ утолщенъ колбообразно, и эта утолщенная часть погружена въ бокалъ, образуемый тканью листа. Исторія развитія показываетъ, что такой волосокъ образуется изъ одной эпидермальной клѣтки, лежащей на одинаковой высотѣ съ другими сосѣдними, и только впослѣдствіи сильно утолщающаяся ножка волоска приподымается вверхъ участкомъ подкожной ткани, покрытой эпидермисомъ. Въ волоскѣ можно наблюдать

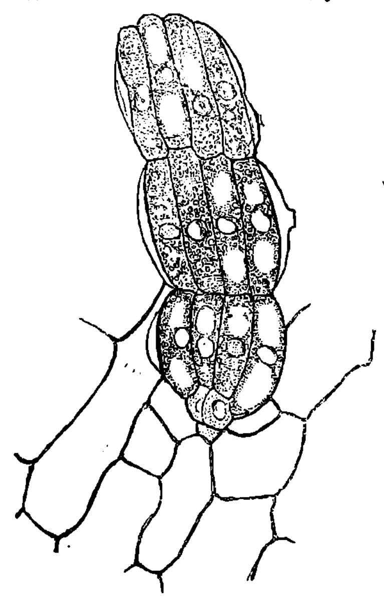
движеніе протоплазмы; ядро помѣщается въ нижней расширенной части волоска и подвѣшено на протоплазматическихъ нитяхъ. Кутикула имѣетъ косо направленныя полоски, восходящія во всѣхъ волоскахъ въ одномъ и томъ-же направленіи. Стѣнки волоска проникнуты кремнеземомъ, въ чемъ легко убѣдиться, пережигая волосокъ на слюдяной пластинкѣ.

Было упомянуто выше, что весьма часто встрѣчаются волоски съ отломанной верхушкой. При неосторожномъ прикосновеніи, верхушка волоска проникаетъ въ кожу и, благодаря своей хрупкости, отламывается, причемъ очень кислый сокъ изливается въ ранку и производитъ легкое воспаленіе. Подлѣ жгучихъ волосковъ на эпидермисѣ сидятъ маленькія одноклѣтныя щетинки (ср. фиг. 34-ю); онѣ отличаются сильно утолщенными стѣнками и заостренной верхушкой. Такія же щетинки мы находимъ на краяхъ листа и для ихъ изслѣдованія достаточно положить кусокъ листа въ каплю воды подъ покровное стеклышко. На старыхъ листьяхъ щетинки утолщены почти до полнаго исчезновенія полости; ихъ поверхность покрыта маленькими бугорками.

Мы встрѣчали уже железистые волоски на краяхъ лепестковъ у Verbascum nigrum; теперь постараемся изучить ихъ подробнѣе у Primula sinensis. Для этой цѣли сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ листоваго черешка. Тѣло волоска отдѣляется отъ эпидермальной клѣтки, служащей ему ножкою, посредствомъ перегородки, лежащей выше эпидермиса; оно представляетъ клѣтчатую нить, состоящую большею частью изъ двухъ (иногда изъ большаго числа) длинныхъ и въ то-же время широкихъ клѣтокъ и одной (рѣдко двухъ) болѣе узкой и болѣе короткой клѣтки. — Послѣдняя несетъ шарообразную головку, покрытую колпачкомъ изъ смолистаго, желтоватаго, сильно преломляющаго свѣтъ вещества, имѣющимъ болѣе или менѣе значительную толщину. Выдѣленіе этого вещества происходитъ между кутикулой и остальной клѣточной оболочкой; кутикула при этомъ приподнимается, растягивается и въ концѣ концовъ разрывается, а накопившееся вещество распространяется по всей верхней части волоска. При прибавленіи алкоголя, выдѣлившееся вещество исчезаетъ и растянутая кутикула, образующая теперь складки, становится видной вполнѣ ясно.—Клѣтки волоска содержатъ прекрасную сѣть протоплазмы и подвѣшенное на протоплазматическихъ нитяхъ ядро съ крупнымъ ядрышкомъ. Въ стѣнкоположномъ слоѣ протоплазмы погружены маленькія хлорофилловыя зерна.

Весьма красивыя образованія встрѣчаются на кожистыхъ прибавкахъ (ochreae) влагалищъ листьевъ Rumex Patientia; онѣ получили названіе «коллетеръ» и доставляютъ такое зна-

чительное количество выдѣленія, что въ сырую погоду верхушки стеблей и молодыхъ листьевъ покрыты слизью. — Для изслѣдованія можно брать прямо эти кожистыя прибавки, слѣдуетъ только имѣть въ виду, чтобы внутренняя ихъ сторона была въ препаратѣ обращена вверхъ. При разсматриваніи такихъ препаратовъ, коллетеры представляются листочками (фиг. 35); онѣ сидятъ при посредствѣ одноклѣтной, короткой ножки на маленькой эпидермальной клѣткѣ; за одноклѣтной ножкой слѣдуетъ двѣ клѣтки, за ними нѣсколько этажей удлиненныхъ клѣтокъ; въ каждомъ этажѣ находимъ четыре такія клѣтки. На стѣнкахъ этихъ клѣтокъ, обращенныхъ кнаружи, замѣчаются нерѣдко пузыревидныя вздутія, занимающія или только небольшой участокъ или всю стѣнку такой клѣтки. И здѣсь также слизь образуется между кутикулой и остальной клѣточной стѣнкой и приподнимаетъ кутикулу; пузырь въ концѣ концовъ лопается и слизь выдѣляется наружу. — Слизь эта не окрашивается ни отъ раствора іода, ни отъ хлор цинк-іода; въ водѣ, разбухая, она переходитъ въ растворъ и вообще въ этомъ отношеніи похожа на гуммиобразное вещество. — Клѣтки коллетеры богаты протоплазмой и содержатъ явственныя ядра. — Съ розанилинфіолетомъ коллетеры принимаютъ интенсивную фіолетовую окраску, слизь при этомъ становится блѣднокрасной; водный нигрозинъ окрашиваетъ слизь въ голубой цвѣтъ стали, не окрашивая вовсе самыхъ коллетеръ.



Фиг. 35. Коллетера съ поверхности кожистаго придатка (ochrea) Rumex patientia. Увел. 240.

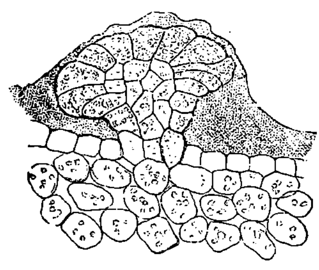
Чрезвычайно интересны по своему строенію железистые волоски Drosera rotundifolia, получившіе названіе переваривающихъ железокъ или щупальцевъ. Они сидятъ въ видѣ нитевидныхъ образованій на краяхъ и на всей верхней сторонѣ листа. Нить вначалѣ съуживается постепенно и затѣмъ на верхушкѣ утолщается яйцеобразно; она состоитъ изъ нѣжныхъ клѣтокъ, вытянутыхъ въ продольномъ направленіи; въ болѣе крупныхъ нитяхъ можно замѣтить по срединѣ одну или нѣсколько спирально утолщенныхъ трубокъ; это такъ называемые спиральные сосуды, проходящіе вдоль всей нити. — Радіальное

растяженiе клѣтокъ эпидермиса для образованiя головки, снопообразное распредѣленiе этихъ клѣтокъ и ихъ диференцировка на три слоя — видны лучше всего на оптическомъ разрѣзѣ объекта (фиг. 36).

Число спирально-утолщенныхъ клѣтокъ въ головкѣ волоска увеличивается; всѣ клѣтки, лежащiя внутри покрова, образовавшагося вслѣдствiе дѣленiя эпидермальныхъ клѣтокъ, утолщаются спирально. — Удачный разрѣзъ мѣста прикрѣпленiя волоска показываетъ, что не только эпидермисъ, но и внутреннiя ткани листа переходятъ въ волосокъ.—Эти переваривающiя железки вырабатываютъ слизистое выдѣленiе, которое остается на головкѣ, подобно капелькѣ росы; оно образуется не подъ кутикулой, а скорѣе выступаетъ прямо на ея свободной поверхности. — Къ такимъ капелькамъ слизи пристаютъ маленькiя насѣкомыя, окутываются слизью, задыхаются и, благодаря соотвѣтственнымъ изгибамъ железокъ, переносятся на средину листовой пластинки. Вслѣдъ за тѣмъ и остальныя железки изгибаются къ насѣкомому и прикасаются къ нему своими головками. Въ это время измѣняются химическiя свойства выдѣленiя: въ немъ появляется свободная кислота и нѣкоторый, подобный пепсину, ферментъ, подъ дѣйствiемъ которыхъ бѣлковыя вещества, входящiя въ составъ тѣла насѣкомаго, медленно перевариваются. Растворенныя вещества поступаютъ внутрь растенiя.

Фиг 36. Переваривающая железка Drosera rotundifolia. Увел. 60.

Поперечный разрѣзъ черезъ зимнюю почку конскаго каштана (Aesculus Hippocastanum) показываетъ намъ пуговкообразныя железки, покрывающiя чешуйки почки (фиг. 37). Срединныя чешуйки почки покрыты железками съ обѣихъ сторонъ; на чешуйкахъ, лежащихъ ближе кнаружи почки—железокъ больше на внутренней сторонѣ; на чешуйкахъ внутреннихъ — ихъ больше на внѣшней сторонѣ.



Фиг. 37. Железка на покровной чешуйкѣ зимней почки Aesculus Hippocastanum, окруженная выдѣленiемъ. Увел. 240.

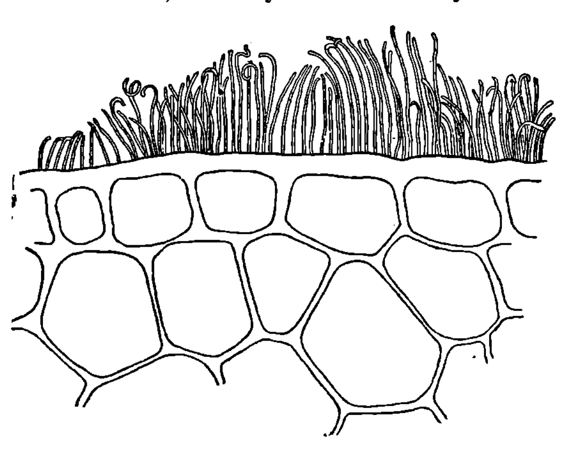
Строенiе железокъ явствуетъ изъ рисунка; они состоятъ изъ срединнаго ряда клѣтокъ, которыя дѣлятся по направленiю къ верхушкѣ, и отъ которыхъ лучеобразно расходятся выдѣляющiя клѣтки. Рисунокъ представ-

ляетъ железку въ продольномъ разрѣзѣ; образующееся выдѣленіе разрываетъ кутикулу и распространяется между покровными чешуйками, покрывая и склеивая ихъ. Это выдѣленіе состоитъ изъ смѣси гумми и смолы; въ водѣ капельки гумми, распредѣленныя въ смолѣ, разбухаютъ, при дѣйствіи же розанилинфіолета смола принимаетъ прекрасную голубую окраску; содержимое железокъ и здѣсь становится краснымъ.

Уже раньше, у Iris florentina мы обратили наше вниманіе на мелко-зернистый восковый налетъ, покрывающій наружную поверхность эпидермиса. Изслѣдуемъ теперь нѣкоторыя другія растенія въ этомъ отношеніи.

Весьма удобной для этого изслѣдованія является Echeveria globosa, разводимая въ нашихъ садахъ для устройства ковровъ. Восковой налетъ придаетъ этому растенію заиндивѣлый видъ и сизоватый оттѣнокъ; почему и даютъ ему названіе glaucus. Налетъ этотъ легко стирается съ листа. Разсматриваемый сверху, эпидермисъ представляетъ намъ зернышки, слившіяся въ сѣтчато-образную глазурь.

На эпидермисѣ Eucalyptus globulus мы находимъ восковый налетъ, состоящій изъ скученныхъ короткихъ палочекъ; но самый прекрасный объектъ представляетъ намъ сахарный тростникъ (Saccharum officinarum), столь часто разводимый теперь въ оранжереяхъ. Здѣсь восковый налетъ представляется намъ въ видѣ длинныхъ палочекъ, которыя на концахъ загибаются крючкообразно. Слѣдуетъ приготовить поверхностные разрѣзы изъ стеблевыхъ узловъ, отличающихся своимъ сизоватымъ отливомъ. Въ виду того, что между палочками удерживается много воздуха, разрѣзъ погружаютъ на короткое время въ холодный алкоголь; послѣ этого изслѣдовать разрѣзъ весьма легко. Напротивъ того, весьма затруднительно получить хорошій поперечный разрѣзъ, на которомъ сохранились бы палочки. Рисунокъ 38-й представляетъ намъ подобный разрѣзъ. Палочки сто-



Фиг. 38. Поперечный разрѣзъ стеблеваго узла Saccharum officinarum, съ палочковиднымъ восковымъ покровомъ. Увел. 5.0.

ятъ тѣсно другъ подлѣ друга, представляя на концахъ упомянутые выше загибы. Если поверхностный разрѣзъ помѣстить вблизи пламени, то подъ микроскопомъ оказывается, что палочки сплавились; въ горячемъ алкоголѣ палочки изчезаютъ.

Примѣчаніе къ VII-му упражненію.

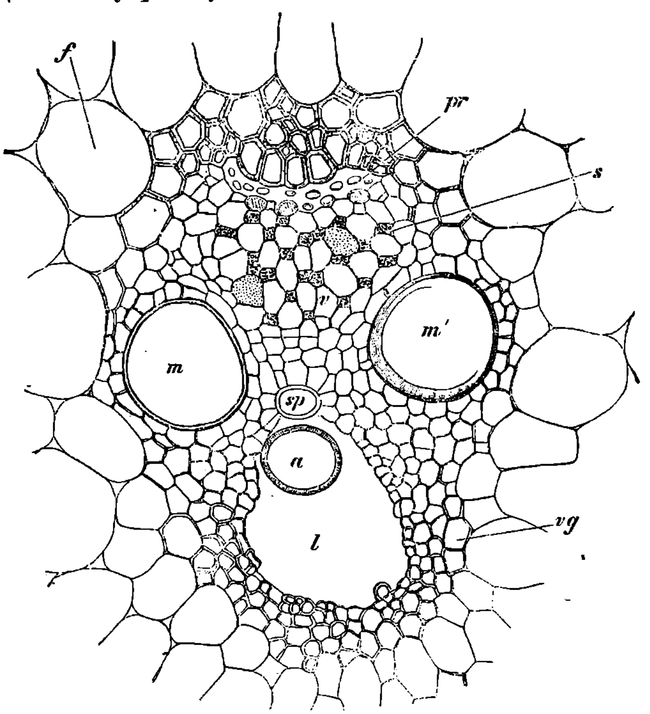
1) Сравни de Bary's Vergl. Anat. §§ 10, 13, 16 и слѣд. Тамъ также и литература.

VIII. Упражненіе.

Закрытые коллатеральные сосудистые пучки.

Весьма удобный объектъ для изученія строенія коллатеральныхъ закрытыхъ сосудистыхъ пучковъ [1]) однодольныхъ растеній представляетъ стебель Zea Mais. Мы станемъ изслѣдовать матеріалъ, пролежавшій долгое время въ алкоголѣ, для того, чтобы одновременно познакомиться и съ содержимымъ клѣтокъ. Притотовимъ прежде всего поперечный разрѣзъ, при чемъ будемъ имѣть въ виду, чтобы разрѣзъ этотъ прошелъ чрезъ междоузліе, а не черезъ узелъ. Мы можемъ облегчить себѣ пониманіе нашего разрѣза, погружая его тотчасъ-же въ каплю хлор-цинкіода; немедленно появляется окрашиваніе, и отдѣльные сосудистые пучки выступаютъ весьма рѣзко даже для простаго глаза. Помѣстивъ предметное стекло на бѣлую подкладку, мы самымъ простѣйшимъ способомъ можемъ убѣдиться въ томъ,— что сосудистые пучки разсѣяны здѣсь безъ опредѣленнаго порядка, какъ вообщеэто свойственно однодольнымъ растеніямъ. Мы замѣчаемъ, что сосудистые пучки стоятъ гуще на периферіи стебля. Поперечный разрѣзъ каждаго пучка имѣетъ овальную форму. Ткань, въ которую пучекъ погруженъ, есть основная ткань. Дифференцированія основной ткани на кору и сердцевину, при такомъ неправильномъ распредѣленіи пучковъ, не существуютъ. Теперь подъ микроскопомъ, при слабомъ увеличеніи, отыщемъ мѣсто разрѣза, пригодное для подробнаго изслѣдованія. Изберемъ сосудистый пучекъ, отстоящій нѣсколько дальше отъ периферіи, такъ какъ пучки, находящіеся вблизи ея, имѣютъ болѣе простое строеніе и сливаются нерѣдко другъ съ другомъ. Разъ навсегда мы должны точно опредѣлить, въ какомъ направленіи лежитъ

поверхность стебля, для того чтобы знать, какая изъ сторонъ пучка внутренняя и какая внѣшняя. Избранный нами пучекъ будетъ имѣть видъ, представленный на фигурѣ 39-й. Прежде всего намъ бросается въ глаза влагалище, окружающее пучекъ и принимающее отъ хлор-цинк-іода краснобурую окраску (*vg*). Оно состоитъ изъ сильно утолщенныхъ и одревеснѣвшихъ склеренхиматическихъ клѣтокъ и потому принимаетъ вышеупомянутую окраску. Оно развито сильнѣе на внутреннемъ и наружномъ краю сосудистаго пучка, слабѣе—на боковыхъ его сторонахъ. Далѣе внутри пучка мы замѣчаемъ межклѣтный ходъ



Фиг. 39. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ внутренней части стебля Zea Mais. *a* — членикъ кольчатаго сосуда; *sp* — спиральный сосудъ; *m* и *m'*—точечные сосуды; *v*—рѣшетчатая трубка; *s*—сопровождающія клѣтки; *pr*—раздавленные элементы протофлоэмы; *l*—межклѣтныйходъ; *vg*—влагалище. Увел. 180.

(*l*), окруженный узкими, слабо утолщенными клѣтками, окрашивающимися однако отъ хлор-цинк-іода въ желтый цвѣтъ. — Въ этомъ межклѣтномъ ходѣ торчитъ кольцо (*a*), принадлежащее одному изъ кольчатыхъ сосудовъ, разрывающихся обыкновенно вслѣдствіе растяженія. И межклѣтный ходъ образуется также вслѣдствіе разрыва клѣтокъ. Такой способъ образованія хода мы

называемъ лизигеннымъ, въ отличіе отъ шизогеннаго, при которомъ происходитъ лишь расхожденіе элементовъ ткани. Разорванный вслѣдствіе растяженія сосудъ вмѣстѣ съ нѣкоторыми другими, которыхъ мы иногда случайно находимъ въ межклѣтномъ ходѣ, представляютъ собою первичные элементы этой части пучка, элементы, образовавшіеся еще въ то время, когда соотвѣтственная часть растенія находилась въ періодѣ сильнаго роста въ длину. Подлѣ межклѣтнаго хода лежитъ одинъ или нѣсколько другихъ сосудовъ, отличающихся отъ сосѣднихъ клѣтокъ бо́льшимъ діаметромъ своихъ полостей. Въ пучкѣ, изображенномъ на фиг. 39-й, имѣется только одинъ такой сосудъ (*sp.*) сравнительно узкаго діаметра. Сосуды эти, встрѣчающіеся одиночно или по нѣскольку, утолщены спирально, какъ легко убѣдиться на продольномъ разрѣзѣ. Далѣе справа и слѣва, отъ середины пучка мы видимъ двѣ широкія полости (*m*, *m'*). Это два сосуда съ сѣтчатымъ или пористымъ, рѣже спиральнымъ утолщеніемъ. Въ полость такихъ большихъ сосудовъ часто вдается, въ видѣ утолщенія стѣнки, кольцо или часть кольца (*n'*). Это—остатокъ поперечной перегородки, продырявленной въ видѣ діафрагмы. Нѣкоторыя изъ клѣтокъ, лежащія по сосѣдству съ большими сосудами, ближе къ срединѣ пучка, имѣютъ сѣтчатое утолщеніе. На противоположной сторонѣ оба большіе сосуда граничатъ непосредственно съ элементами влагалища. Стѣнки сосудовъ, и въ особенности стѣнки двухъ большихъ, окрашиваются отъ хлор-цинк-іода въ желто-бурый цвѣтъ; окрашиваніе это интенсивнѣй на той сторонѣ, которая граничитъ съ влагалищемъ. Элементы, лежащіе между двумя сосудами, окрашены въ болѣе темный желтый цвѣтъ, чѣмъ элементы, окружающіе межклѣтный ходъ.

Описанную нами часть волокнисто-сосудистаго пучка называютъ древесинною частью, или ксилемомъ, или сосудистою частью, или иначе—гадромомъ. Въ виду чисто практическихъ соображеній, я употребляю здѣсь старое названіе древесинная часть, ксилемъ Это названіе, какъ мы видимъ на этомъ первомъ примѣрѣ, не предполагаетъ присутствія сильно утолщенныхъ элементовъ, на которыхъ основано обыкновенное представленіе о деревѣ. Необходимый и всегда существующій элементъ древесинной части — это сосудъ, а потому названіе, основанное на этомъ обстоятельствѣ, представляется съ морфологической точки зрѣнія наиболѣе раціональнымъ. Однако употребленіе названія «древесинная часть» упрощаетъ терминологію и позволяетъ обозначить соотвѣтственными именами первичныя части пучка и его вторичный приростъ, который мы разсмотримъ впослѣдствіи. Поэтому я полагаю, что для первоначальныхъ объясненій слѣдуетъ отдать предпочтеніе этой болѣе старой терминологіи, на основаніи которой были предложены различные термины, все еще не вышедшіе изъ употребленія.

Въ изучаемомъ нами примѣрѣ мы наталкиваемся въ древесинной части, въ ксилемѣ сосудистыхъ пучковъ, на первенцовъ древесины, на элементы протоксилемы, на первичную древесину и сосуды.

Въ противоположность съ древесинною частью, мы должны употреблять названіе «лубовая часть», «флоэмъ» для обозначенія второй части сосудистаго пучка; противъ этого названія можно привести тѣже возраженія, какъ и противъ названія древесинная часть, такъ какъ даже разсматриваемый нами примѣръ показываетъ лубовую часть, лишенную того, что обыкновенно называютъ лубомъ. Въ виду того, что въ лубовой части всегда находятся рѣшетчатые сосуды, самое раціональное для нея названіе было-бы «рѣшетчатая часть» [2]).

Съ физіологической точки зрѣнія, лубовую часть въ противоположность гадрому называютъ лептомомъ.—Древесинная и лубовая части образуютъ вмѣстѣ сосудистый пучекъ, и такъ какъ въ данномъ случаѣ лубовая часть съ одной только стороны прилегаетъ къ древесинной, — то такой пучокъ мы называемъ коллатеральнымъ. Влагалище относятъ обыкновенно къ основной ткани, но если-бы мы пожелали включить его въ одно общее понятіе съ сосудистымъ пучкомъ, то должны были-бы говорить о волокнисто-сосудистомъ пучкѣ.—Физіологическія основанія, подавшія поводъ различать въ сосудистомъ пучкѣ гадромъ и лептомъ, привели къ употребленію названія местомъ для цѣлаго сосудистаго пучка [3]).

Лубовая часть изучаемаго нами сосудистаго пучка принимаетъ отъ хлор-цинк-іода большею частью явственное фіолетовое окрашиваніе; она состоитъ изъ неодревеснѣвшихъ элементовъ. Мы видимъ здѣсь клѣтки съ болѣе широкимъ и клѣтки съ болѣе узкимъ просвѣтомъ; тѣ и другія расположены правильно. Первыя — это рѣшетчатые сосуды (*v*) вторыя (*s*) — клѣтки, сопровождающія сосуды. — Не рѣдко на разрѣзѣ видна поперечная перегородка рѣшетчатаго сосуда, она кажется ситовидно мелко-точечной. По периферіи только что указанныхъ элементовъ мы находимъ постоянно нѣкоторое число клѣтокъ съ сильно разбухшими стѣнками и почти исчезнувшимъ просвѣтомъ (*pr*); это рѣшетчатые сосуды и сопровождающія ихъ клѣтки, образовавшіяся раньше всѣхъ другихъ и лишенныя жизнедѣятельности; онѣ соотвѣтствуютъ первенцамъ древесинной части и въ отличіе отъ нихъ носятъ названіе первенцовъ лубовой части или элементовъ протофлоэмы. Отъ хлор-цинк-іода они окрашиваются по большей части въ буроватый цвѣтъ.—Съ этими клѣтками граничатъ уже клѣтки влагалища и самыя внутреннія изъ нихъ отличаются значительною шириною полостей. Склеренхиматическія клѣтки влагалища перехо-

дятъ постепенно черезъ рядъ промежуточныхъ формъ въ крупноклѣтчатую паренхиматическую основную ткань (*f*).

Стѣнки крупныхъ клѣтокъ основной ткани въ вполнѣ развитомъ стеблѣ окрашиваются хлор-цинк-іодомъ также въ желтый цвѣтъ; только мѣстами появляется фіолетовый оттѣнокъ. — По мѣрѣ приближенія къ периферіи мы замѣчаемъ, что сосудистые пучки болѣе скучены, что въ нихъ прежде всего исчезаетъ межклѣтный ходъ, а въ нѣкоторыхъ исчезаютъ также нѣкоторые элементы, главнымъ образомъ элементы луба; въ то-же время влагалище этихъ пучковъ усиливается.

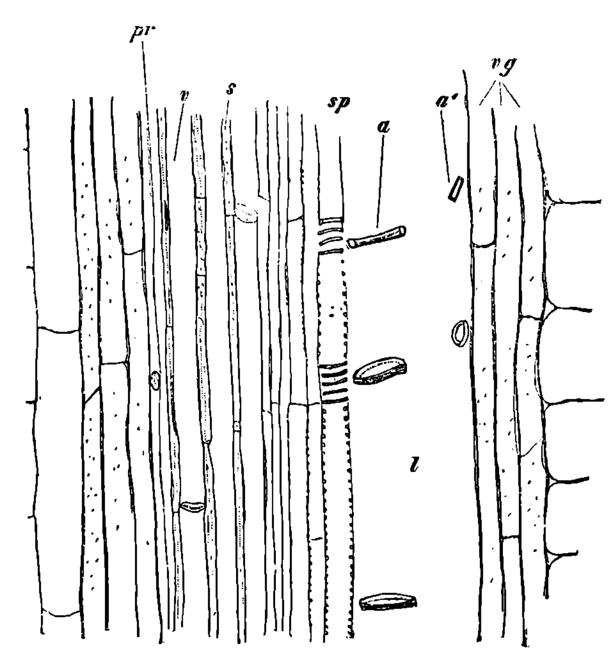
При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что влагалище остается слабымъ на двухъ сторонахъ пучка въ сосѣдствѣ съ лубовою частью, вслѣдствіе чего облегчается сообщеніе съ окружающею основною тканью, необходимое для обмѣна веществъ. Въ самыхъ наружныхъ сосудистыхъ пучкахъ съ сильно редуцированною лубовою частью, погруженною почти между сосудами древесины, на внѣшней сторонѣ луба влагалище также развито гораздо слабѣе. Такимъ образомъ обезпечивается въ подобныхъ случаяхъ сообщеніе между элементами пучка и окружающей основною тканью.

На периферіи стебля весьма часто можно наблюдать боковыя сліянія мелкихъ пучковъ съ болѣе крупными; сліяніе происходитъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лежатъ большіе сосуды. Къ эпидермису стебля примыкаетъ болѣе или менѣе толстое кольцо ткани, элементы которой походятъ на клѣтки влагалища и подобно этимъ послѣднимъ реагируютъ на дѣйствіе хлор-цинк-іода. Такіе слои ткани, граничащіе съ эпидермисомъ, носятъ названіе гиподермы. Гиподерма прерывается только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лежатъ устьица. Гиподерма вмѣстѣ съ влагалищами имѣютъ задачей — служить защитою для тонкостѣнныхъ тканей и придавать прочность растительному органу, а потому получаютъ названіе стереидовъ или элементовъ механической системы [4]); ткани, образуемыя этими элементами, обозначаются именемъ стереомовъ или механическихъ системъ тканей. Въ виду того, что стебель долженъ быть построенъ такимъ образомъ, чтобы при сгибаніи его не происходило остающихся измѣненій, стереомы, согласно механическимъ требованіямъ, отодвинуты возможно ближе къ периферіи. Сосудистые пучки, скученные на периферіи, снабженные у лубовой и у древесинной части сильными наслоеніями склеренхимы, представляютъ здѣсь систему сложныхъ подпорокъ. Склеренхиматическія наслоенія представляютъ съуженія, сосудистые пучки — утолщенія этихъ подпорокъ. Полый цилиндръ гиподермы, развитой въ этомъ случаѣ незначительно, усиливаетъ собою эту систему; механически его можно разсматривать, какъ сліяніе многихъ, расположенныхъ по кругу, съуженій.

Весьма поучительно погрузить поперечный разрѣзъ въ кораллинъ-соду. — Всѣ одревеснѣвшіе элементы сосудистаго пучка и основной ткани окрашиваются въ самомъ непродолжительномъ времени въ блестящій кораллово красный цвѣтъ, неодревеснѣвшіе — въ розовый. Поэтому на разрѣзѣ блестятъ склеренхиматическія клѣтки влагалища, преимущественно на обоихъ концахъ сосудистаго пучка; стѣнки сосудовъ имѣютъ такую-же окраску, какъ и влагалище, только съ буроватымъ оттѣнкомъ. Гиподермальное кольцо окрашивается подобно влагалищу сосудистаго пучка.

Теперь нужно приготовить радіальный продольный разрѣзъ стебля.—Не слѣдуетъ довольствоваться однимъ препаратомъ, въ виду малаго вѣроятія получить на немъ осевой разрѣзъ сосудистаго пучка. Такой осевой разрѣзъ пучка легко узнать потому, что онъ заключаетъ лубъ и одновременно кольчатый сосудъ, вдающійся въ межклѣтный ходъ. Если продольный разрѣзъ лежитъ въ хлор цинк-іодѣ, то легко замѣтить фіолетовое окрашиваніе луба; фіолетовый оттѣнокъ получаютъ также тонкостѣнныя клѣтки, окружающія межклѣтный ходъ; всѣ остальные элементы, сообразно тому, что мы видѣли на поперечномъ разрѣзѣ, окрашиваются въ желтый или желтобурый цвѣтъ. Для болѣе подробнаго изслѣдованія возьмемъ разрѣзъ, окрашенный кораллинъ-содой (фиг. 40). И здѣсь прежде всего слѣдуетъ оріентироваться относительно направленія, въ которомъ лежитъ поверхность стебля. Какъ и на поперечномъ разрѣзѣ, мы начнемъ наше разсмотрѣніе съ внутренняго края пучка и постепенно будемъ подвигаться къ наружному. Мы увидимъ, что рядомъ съ широкими, приблизительно квадратными клѣтками основной ткани, лежатъ клѣтки ея болѣе узкія, къ которымъ дальше примыкаютъ узкіе элементы влагалища (*vg*). Эти послѣдніе, сильно окрашенные кораллиномъ, имѣютъ значительную длину и отдѣляются другъ отъ друга поперечными, болѣе или менѣе наклонными перегородками; они снабжены маленькими, щелевидными, косо-восходящими порами и содержатъ редуцированный протоплазматическій мѣшечекъ и маленькое ядро. Мы имѣемъ здѣсь дѣло съ удлиненными склеренхиматическими клѣтками. За клѣтками влагалища слѣдуетъ межклѣтный ходъ, и мы убѣждаемся, что онъ тянется безъ перерыва по всей длинѣ сосудистаго пучка. Межклѣтный ходъ окруженъ тонкостѣнными клѣтками, болѣе короткими, чѣмъ клѣтки влагалища; онѣ наполнены большимъ количествомъ содержимаго, раздѣлены прямыми поперечными перегородками и носятъ названіе первичной древесинной паренхимы. Въ межклѣтный ходъ вдаются большею частью изолированныя кольца и прикрѣпляются къ внѣшней его сторонѣ, т. е. той, которая лежитъ ближе къ поверхности стебля; кольца эти принадлежатъ кольчатымъ сосу-

дамъ, разорваннымъ при растяженіи междоузлія. Кромѣ того, нерѣдко можно наблюдать маленькія изолированныя кольца, торчащія на той или на другой сторонѣ межклѣтнаго хода. Это остатки элементовъ протоксилемы. Кнаружи отъ большихъ сосудовъ лежитъ одинъ или нѣсколько узкихъ или широкихъ спиральныхъ сосудовъ. На нашемъ рисункѣ мы видимъ только одинъ, довольно узкій сосудъ (*sp.*). Далѣе слѣдуютъ короткія клѣтки первичной, древесинной паренхимы, стѣнки которыхъ



Фиг. 40. Продольный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ стебля Zea Mais. *a* и *a,*— членики кольчатаго сосуда; *sp*—спиральный сосудъ; *v*—рѣшетчатый сосудъ; *s*—сопровождающія клѣтки; *pr*—протофлоэмъ; *l*—межклѣточный ходъ; *vg*—влагалище. Увел. 180.

снабжены порами и частью сѣтчато утолщены; онѣ утолщены нѣсколько сильнѣе, чѣмъ такія-же клѣтки, лежащія у межклѣтнаго хода. Затѣмъ начинается лубовая часть, въ которой рѣзко бросаются въ глаза толстыя, окрашенныя кораллиномъ въ розовый цвѣтъ, поперечныя перегородки рѣшетчатыхъ сосудовъ, такъ называемыя рѣшетчатыя пластинки (*v*). Эти рѣшетчатыя пластинки сильно преломляютъ свѣтъ, и, употребляя значительное увеличеніе, можно убѣдиться въ томъ, что онѣ продырявлены, въ видѣ сита, мелкими порами; на одной, рѣже на обѣихъ ихъ сторонахъ, скопляется участокъ сильно преломляющаго свѣтъ содержимаго, въ видѣ слизистой

пробки. Въ периферической части луба (при *pr.*), тамъ, гдѣ на поперечномъ разрѣзѣ видны были элементы протофлоэмы съ разбухшими клѣточными стѣнками, замѣчается поперечная пластинка, окрашенная въ прекрасный розовый цвѣтъ. Эта рѣшетчатая пластинка покрыта мозолистымъ веществомъ, строеніе котораго мы изучимъ впослѣдствіи на иномъ, болѣе удобномъ объектѣ. Пластинки эти жадно поглощаютъ кораллинъ и потому являются рѣзко окрашенными [5]). Подлѣ рѣшетчатыхъ сосудовъ лежатъ сопровождающія клѣтки (*s*). Онѣ уже и короче сосудовъ и содержатъ, кромѣ весьма обильнаго содержимаго, также и ядра, которыя напрасно мы стали бы искать въ рѣшетчатыхъ сосудахъ.

Клѣтки влагалища лежатъ снова на границѣ пучка; поперечныя ихъ перегородки имѣютъ столь наклонное положеніе, что можно, пожалуй, назвать ихъ склеренхиматическими волокнами; самыя внутреннія клѣтки влагалища имѣютъ сравнительно очень широкую полость, какъ это мы видѣли уже на поперечномъ разрѣзѣ.—Въ клѣткахъ сосудистаго пучка мы не находили крахмальныхъ зеренъ; ихъ нѣтъ здѣсь и въ клѣткахъ основной ткани. Всѣ клѣтки сосудистаго пучка и основной ткани, за исключеніемъ сосудовъ и ситовидныхъ трубокъ, содержатъ ядра.

Само собою понятно, что на такомъ осевомъ разрѣзѣ сосудистаго пучка, не можетъ быть видѣнъ ни одинъ изъ двухъ большихъсосудовъ. Иногда, при глубокой установкѣ, одинъ изъ такихъ сосудовъ просвѣчиваетъ, но не видѣнъ ясно.

Для того, чтобы изучить продольный разрѣзъ большихъ сосудовъ, нужно приготовить боковые продольные разрѣзы сосудистаго пучка; тогда мы увидимъ, что большой сосудъ усѣянъ косыми порами, или рѣже утолщенъ спирально; въ точечныхъ сосудахъ утолщенныя мѣста образуютъ сѣть. Поры расширены у основанія, но снабжены каймой только на одной сторонѣ, потому что соотвѣтственныя поры сосѣднихъ клѣтокъ древесинной паренхимы не окаймлены. Въ то-же время клѣтки эти гораздо слабѣе утолщены. На продольныхъ разрѣзахъ прекрасно видны діафрагмы большихъ сосудовъ; онѣ представляютъ двойныя кольца, вдающіяся неглубоко въ полость сосуда. Кольца эти произошли вслѣдствіе утолщенія наружнаго края поперечныхъ перегородокъ, между тѣмъ какъ внутренная, неутолщенная часть вслѣдъ затѣмъ растворилась. По числу діафрагмъ мы можемъ слѣдовательно судить о числѣ и величинѣ клѣтокъ, вошедшихъ въ составъ сосуда. Въ мѣстахъ, гдѣ лежатъ діафрагмы, снаружи сосуда замѣчаются незначительныя съуженія.

Для насъ весьма важно сохранить удачные поперечные и продольные разрѣзы сосудистыхъ пучковъ въ видѣ препаратовъ. Окрашиваніе отъ хлор-цинк-іода и кораллина не удерживается на препаратахъ; за то сохраняется долго окрашиваніе отъ

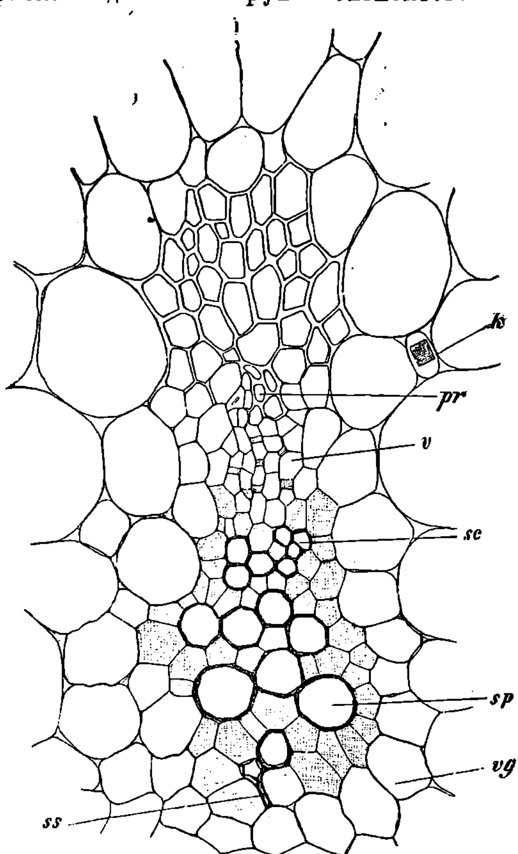
сафранина и іод грюна. Весьма поучительныя двойныя окрашиванія мы получимъ, подвергая разрѣзы втеченіи непродолжительнаго времени дѣйствію іод-грюна и затѣмъ болѣе продолжительному дѣйствію квасцоваго кармина Гренахера[6]). Мгновенныя двойныя окрашиванія получаются при дѣйствіи пикро-нигрозина или пикро-анилиновой сини, а также при дѣйствіи аммiакъ—уксусная кислота—кармина Гойера. При этомъ квасцовый карминъ, аммiакъ—уксусная кислота—карминъ, нигрозинъ и анилиновая синь окрашиваютъ неодревеснѣвшія клѣточныя оболочки, іод-грюнъ и пикриновая кислота—оболочки одревеснѣвшія. Содержимое клѣтокъ принимаетъ окраску кармина или нигрозина или анилиновой сини. Такіе окрашенные препараты мы кладемъ въ глицеринъ-желатинъ или въ глицеринъ; въ послѣднемъ случаѣ края покровной пластинки нужно замазать герметически; для этого помощью пропускной бумаги мы удаляемъ глицеринъ, выступившій на краяхъ покровнаго стеклышка, и покрываемъ эти края густымъ растворомъ канадскаго бальзама въ терпентинѣ или въ бензинѣ, или въ хлороформѣ —Манипуляцію эту удобнѣе всего производить тонкой стекляной палочкой. Бумажный лакъ (Maskenlack) и Gold Size для замазыванія препаратовъ не годятся, потому что не пристаютъ къ стеклу, смазанному глицериномъ.—Когда канадскій бальзамъ затвердѣетъ—весьма полезно покрыть его слоемъ вышеупомянутыхъ лаковъ; не слѣдуетъ употреблять очень густаго раствора лаковъ, лучше помощью тонкой кисточки намазывать ихъ нѣсколько разъ. Весьма пригодна для сохраненія препаратовъ жидкость Гойера, которую можно получать отъ д-ра Грюблера въ Лейпцигѣ; при ея употребленіи, подобно тому, какъ при употребленіи глицеринъ-желатина, замазка препаратовъ становится излишней.

За неимѣніемъ стеблей Zea Mais можно употреблять въ дѣло съ полнымъ успѣхомъ стебли Avena sativa или какого либо другаго злака.

Теперь сдѣлаемъ нѣсколько поперечныхъ и продольныхъ разрѣзовъ черезъ вполнѣ развитой листъ Iris florentina, хранившійся въ алкоголѣ. — Мы оказываемъ предпочтеніе спиртовому матеріалу потому, что изъ него легче приготовить хорошіе разрѣзы; кромѣ того, онъ не содержитъ воздуха и содержимое его клѣтокъ фиксировано, а слѣдовательно весьма удобно для изслѣдованія.—Мы можемъ облегчить себѣ рѣзаніе, погрузивъ такой листъ предварительно въ смѣсь спирта и глицерина. Приготовленные разрѣзы мы переносимъ на нѣсколько часовъ въ борный-карминъ и затѣмъ обрабатываемъ его іод-грюномъ. Содержимое клѣтокъ поглощаетъ карминъ; клѣточныя-же оболочки отъ борнаго кармина не окрашиваются; съ другой стороны одревеснѣвшія стѣнки принимаютъ отъ іод-грюна зеленую окраску. На такомъ препаратѣ окрашенными въ зеленый цвѣтъ

являются сосуды и кромѣ того еще всѣ или только наружные элементы влагалища, граничащіе съ лубомъ. Кромѣ того, благодаря синей окраскѣ, рѣзко выдѣляется группа элементовъ съ разбухшими стѣнками—элементовъ протофлоэмы, лежащихъ на наружной сторонѣ лубовой части пучка.

Разсмотримъ подробно одинъ изъ такихъ препаратовъ, представленный на фиг. 41.—Всѣ клѣтки, богатыя содержимымъ и принявшія вслѣдствіе этого красный цвѣтъ, на нашемъ рисункѣ затѣнены. Стѣнки сосудовъ, окрашенныя въ зеленый цвѣтъ, обозначены темными контурами; наконецъ, группа элементовъ протофлоэмы оставлена свѣтлой. Такъ какъ разрѣзъ былъ сдѣланъ изъ нижней части листа, то утолщенные элементы основной ткани, лежащіе по сосѣдству съ лубомъ, еще не одревеснѣли и потому остались неокрашенными. Для полученія быстрой окраски препарата, его слѣдуетъ подвергнуть дѣйствію одного лишь іод-грюна; въ этомъ случаѣ, очевидно, мы не получимъ краснаго окрашиванія содержимаго клѣтокъ. Для того чтобы іод-грюнъ окрасилъ только одревеснѣвшія оболочки — необходимо тщательно опредѣлить продолжительность его дѣйствія.



Фиг. 41. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ листа Iris florentina. Темными контурами обозначены сосуды; богатыя содержимымъ клѣтки пучка — внутри затѣнены. *ss*—раздавленные спиральные сосуды; *sp*—болѣе широкіе спиральные сосуды; *sc*—лѣстничные сосуды; *v*—рѣшетчатыя трубки, между которыми лежатъ узкія сопровождающія клѣтки; *pr* — раздавленные элементы протофлоэмы; *vg*—влагалище съ волнистыми радіальными стѣнками; *k* — поперечный разрѣзъ кристалла. Увел. 240.

Разсмотрѣніе нашего препарата мы начнемъ съ древесинной части пучка и будемъ постепенно подвигаться къ лубовой его части, слѣдовательно отъ верхней стороны листа, обращенной внутрь, къ нижней его сторонѣ, обращенной кнаружи. Прежде всего мы убѣдимся въ томъ, что число сосудовъ въ древесинѣ довольно значительно, и что ширина ихъ уменьшается по направленію къ лубу. Сосуды или непосредственно прилегаютъ другъ къ другу, или отдѣлены слабо утолщенными, сравнительно узкими клѣтками первичной древесинной паренхимы, богатыми содержимымъ. Такія-же клѣтки окружаютъ сосуды и на боковыхъ сторонахъ пучка и отдѣляютъ ихъ отъ основной ткани. У внутренняго края древесины лежатъ всегда нѣсколько раздавленныхъ элементовъ протоксилемы (*ss*), стѣнки которыхъ окрашены подобно стѣнкамъ сосудовъ. Лубъ состоитъ и здѣсь изъ крупныхъ и болѣе мелкихъ клѣтокъ; однако различіе между этими клѣтками, а также правильность ихъ распредѣленія не столь рѣзки какъ у Zea; клѣтки съ широкимъ діаметромъ, богатыя содержимымъ — суть рѣшетчатыя трубки; клѣтки съ узкимъ діаметромъ — сопровождающія клѣтки. Въ наружней части луба лежатъ упомянутые выше, разбухшіе и лишенные жизнедѣятельности элементы протофлоэмы (*pr*), окрашенные въ болѣе или менѣе явственный синій цвѣтъ. Подлѣ этой наружней части луба лежитъ сильно утолщенная склеренхима влагалища и, въ видѣ болѣе или менѣе толстаго слоя, усиливаетъ сосудистый пучекъ. У другихъ частей сосудистаго пучка влагалища нѣтъ, взамѣнъ его ближайшія къ пучку клѣтки основной ткани становятся болѣе мелкими и соединены между собою безъ промежутковъ. На боковыхъ сторонахъ пучка клѣтки эти располагаются въ видѣ одного слоя, на внутренней сторонѣ пучка, подлѣ древесины, въ видѣ нѣсколькихъ слоевъ. — Стѣнки нѣкоторыхъ такихъ клѣтокъ окрашиваются здѣсь въ синій цвѣтъ. Эти мелкія клѣтки переходятъ посредствомъ ряда промежуточныхъ формъ въ крупноклѣтчатую, содержащую воздухоносныя межклѣтныя пространства, основную ткань.

Разсматривая ткань, лежащую вблизи сосудистаго пучка, мы замѣчаемъ, что маленькія клѣтки ея, одиночно расположенныя между болѣе крупными, содержатъ сильно преломляющіе свѣтъ кристаллы (фиг. 41 *k*). На рисункѣ кристаллъ представленъ въ разрѣзѣ; съ формою его мы познакомимся ближе на продольныхъ разрѣзахъ.

Быстрое и хорошее окрашиваніе получается также съ кораллиномъ, при чемъ одревеснѣвшіе, склеренхиматическіе элементы окрашиваются въ огненно-красный цвѣтъ; тѣ же изъ нихъ, которые еще не одревеснѣли и не сильно утолщены, получаютъ розовую окраску; стѣнки сосудовъ принимаютъ буро-красное, остальные элементы желтовато-красное окрашиваніе.

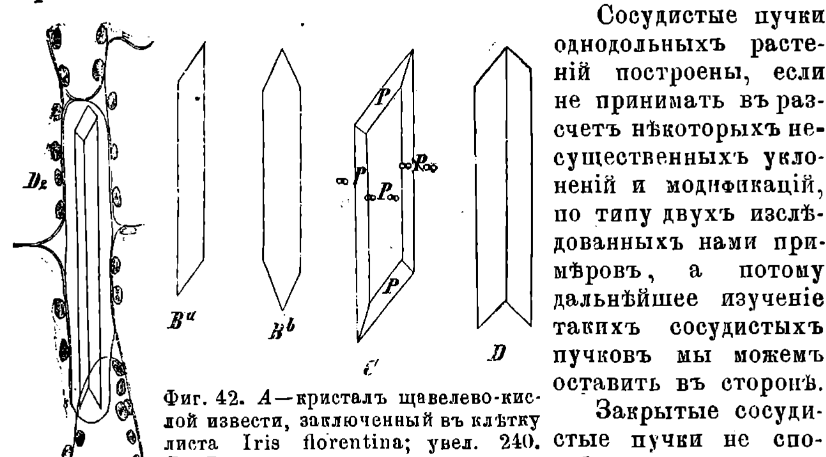
Для того чтобы имѣть возможность контролировать полученные выше результаты, приготовимъ нѣсколько поперечныхъ разрѣзовъ изъ свѣжаго листа. Мы убѣдимся на этихъ разрѣзахъ, что крупныя клѣтки основной ткани, лежащія въ наружныхъ частяхъ листа, содержатъ хлорофилловыя зерна; напротивъ того, клѣтки, относящіяся къ пучковому влагалищу, таковыхъ не содержатъ. На свѣжихъ препаратахъ сосуды наполнены воздухомъ и потому картина здѣсь не столь отчетлива, какъ на препаратахъ изъ спиртоваго матеріала. За то на свѣжихъ препаратахъ мы можемъ констатировать явленіе, которое легко просмотрѣть на препаратахъ спиртовыхъ, именно: первый рядъ клѣтокъ влагалища, граничащій съ древесиною сосудистаго пучка, какъ будто снабженъ на радіальныхъ стѣнкахъ темными, широкими порами. Если теперь мы изслѣдуемъ наши прежніе, фиксированные алкоголемъ и окрашенные препараты въ этомъ отношеніи, то замѣтимъ, что радіальныя стѣнки клѣтокъ, о которыхъ идетъ рѣчь (ср. фиг. 41, *vg*), выпуклы. Двигая винтомъ, мы увидимъ, что эта выпуклость передвигается съ одной стороны стѣнки на другую. Такимъ образомъ, выпуклая часть клѣточной стѣнки образуетъ волнистую, въ различныя стороны изогнутую ленту. Мы встрѣтимъ еще подобное, даже нѣсколько болѣе рѣзко выраженное, строеніе въ другихъ влагалищахъ и потому не станемъ останавливаться на немъ здѣсь.

Продольный разрѣзъ листа, прошедшій по оси сосудистаго пучка, показываетъ намъ, что на внутренней сторонѣ этого пучка лежатъ вытянутые, частью раздавленные спиральные сосуды; мы видѣли ихъ уже на поперечномъ разрѣзѣ (*ss*) и назвали элементами протоксилемы, т. е. первичными, раньше другихъ образовавшимися, элементами древесины. Дальше слѣдуютъ болѣе широкіе спиральные сосуды съ плотно свернутой лентой; далѣе узкіе лѣстничные сосуды. Въ лубовой части пучка рѣшетчатыя пластинки выступаютъ отчетливо на препаратахъ, окрашенныхъ кораллиномъ. Далѣе снаружи, лежатъ склеренхиматическія волокна, отличающіяся сильнымъ утолщеніемъ стѣнокъ, значительной длиною и заостренными концами.

Въ виду того, что кристаллы расположены параллельно длинной оси листа, на продольныхъ разрѣзахъ они видны въ профиль (фиг. 42, *A—D*). Они заключены въ удлиненныя клѣтки основной ткани, которыя не многимъ больше самыхъ кристалловъ. Клѣтки эти не содержатъ хлорофилла, между тѣмъ какъ сосѣднія съ ними въ большинствѣ случаевъ хлорофиллоносны. Кристаллы, о которыхъ идетъ рѣчь, растворяются въ соляной кислотѣ безъ образованія пузырьковъ газа, изъ чего можно заключить, что они состоятъ изъ щавелево кислой извести. Всѣ встрѣчающіеся здѣсь кристаллы имѣютъ удлиненно-призма-

тическую форму и принадлежатъ къ моноклинической системѣ; большинство изъ нихъ — двойники (*D*).

Содержимое кристаллоносныхъ клѣтокъ отъ кораллина не окрашивается.



Фиг. 42. *A*—кристалъ щавелево-кислой извести, заключенный въ клѣтку листа Iris florentina; увел. 240. *B*—*D*—формы встрѣчающихся кристаловъ. *B a* и *b* и *D*—въ оптическомъ продольномъ разрѣзѣ. *C*—проэкція.

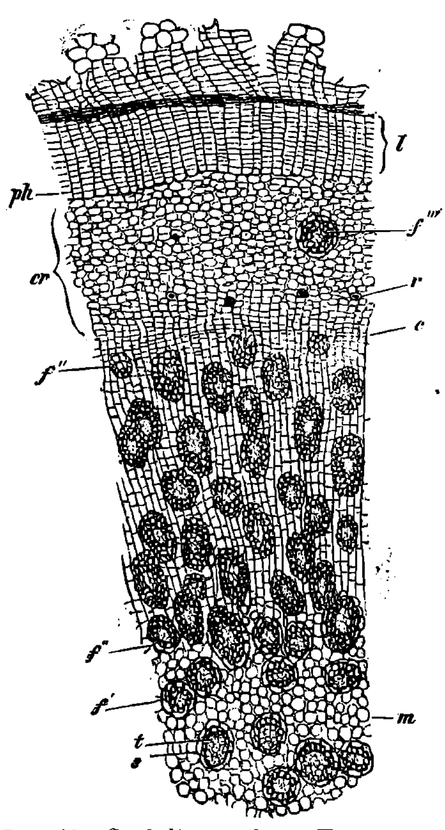
Сосудистые пучки однодольныхъ растенiй построены, если не принимать въ разсчетъ нѣкоторыхъ несущественныхъ уклоненiй и модификацiй, по типу двухъ изслѣдованныхъ нами примѣровъ, а потому дальнѣйшее изученiе такихъ сосудистыхъ пучковъ мы можемъ оставить въ сторонѣ.

Закрытые сосудистые пучки не способны къ послѣдующему росту въ толщину; если такой ростъ встрѣчается у однодольныхъ растенiй, то онъ происходитъ безъ всякаго участiя сосудистыхъ пучковъ.—Ростъ въ толщину мы находимъ у представителей сем. Dracaenae, Aloineae и Dioscoraceae, гдѣ онъ обусловливается появленiемъ камбiальнаго слоя на периферiи стебля, снаружи сосудистыхъ пучковъ.

Возьмемъ для изслѣдованiя видъ Cordyline, разводимый въ каждомъ садовомъ заведенiи, подъ именемъ Dracaena rubra. — Экземпляръ такого растенiя мы должны принесть въ жертву и перерѣзать поперегъ его стебелекъ. На такомъ разрѣзѣ уже простымъ глазомъ мы замѣчаемъ, что за бурымъ пробковымъ слоемъ слѣдуетъ слой зеленой нѣжной коры, толщиною въ 1 *mm.*; къ корѣ примыкаетъ желтоватая плотная ткань стебля, и на границѣ между ними лежитъ камбiальное кольцо. По срединѣ желтоватой ткани стебля выдѣляется свѣтлый участокъ, имѣющiй форму кружка.

Изслѣдуемъ теперь поперечный разрѣзъ подъ микроскопомъ, при слабомъ увеличенiи (фиг. 43). Въ средней части стебля мы увидимъ основную ткань (*m*), состоящую изъ округлыхъ клѣтокъ, и разбросанные въ ней безъ опредѣленнаго порядка круглые или элиптическiе сосудистые пучки (*f'*). Начиная съ опредѣленнаго пункта (*f''*), пучки становятся многочисленнѣе, вытя-

гиваются въ радіальномъ направленіи и лежатъ такъ близко другъ подлѣ друга, что отдѣлены лишь узкими полосками основной ткани. Эти послѣднія состоятъ изъ клѣтокъ сильнѣе утолщенныхъ съ крупными порами, вытянутыхъ болѣе или менѣе по направленію радіуса и расположенныхъ радіальными, часто извилистыми рядами. Далѣе мы достигаемъ границы между внутреннею желтоватою тканью и зеленою корою (c). Здѣсь лежитъ поясъ ткани, состоящій изъ плоскихъ, радіально расположенныхъ, тонкостѣнныхъ клѣтокъ; это—камбіальное кольцо, дѣятельность котораго обусловливаетъ ростъ стебля въ толщину и которое, повидимому, принадлежитъ къ основной ткани.— Самыя плоскія клѣтки лежатъ по срединѣ поперечнаго его сѣченія; здѣсь находимъ мы настоящій иниціальный слой, клѣтки котораго постоянно дѣлятся и образуютъ внутрь новые элементы. — Дѣленія происходятъ помощью тангентальныхъ перегородокъ, вслѣдствіе чего образуются радіально расположенные ряды клѣтокъ; эти радіальные ряды черезъ извѣстные промежутки времени удваиваются, благодаря появленію радіальныхъ перегородокъ. Въ молодой ткани, образовавшейся вслѣдствіе дѣятельности камбіальнаго кольца, погружены



Фиг. 43. Cordyline rubra. Поперечный разрѣзъ стебля. *f* — сосудистые пучки а именно *f'* — первичные, *f''* — вторичные, *f'''*—листовые пучки; *m*—неодревеснѣвшіе элементы основной ткани; *s*—одревеснѣвшіе элементы основной ткани, окружающіе пучки въ видѣ влагалищъ; *t* — трахеиды; c—камбіальное кольцо; *cr*—кора; *l*—пробка; *ph*—пробковый камбій; *r*—пучки рафидовъ. Увел. 30.

многочисленные развивающіеся сосудистые пучки на различныхъ стадіяхъ развитія; самые молодые состоятъ изъ группы тонкостѣнныхъ клѣтокъ, болѣе взрослые представляются вполнѣ развитыми на внутренней сторонѣ, между тѣмъ какъ наружній ихъ

край соприкасается съ камбіемъ и находится еще въ періодѣ развитія. Начиная съ того мѣста, гдѣ сосудистые пучки густо скучены другъ подлѣ друга и гдѣ раздѣляющія ихъ клѣтки получаютъ радіальное расположеніе, вся ткань является вторичною, развившеюся, благодаря дѣятельности камбіальнаго кольца.—Кора, лежащая кнаружи отъ камбія, состоитъ изъ округлыхъ клѣтокъ (*cr*); во внутренней ея части бросаются въ глаза отдѣльныя клѣтки, выполненныя тонкими игольчатыми кристаллами, соединенными въ пучекъ (*r*). Это — пучки рафидовъ, состоящіе изъ щавелево-кислой извести; они видны здѣсь сверху; такъ какъ при приготовленіи разрѣза, клѣтки, содержащія рафиды, вскрываются бритвой, то нерѣдко отдѣльные кристаллики бываютъ разсѣяны по всему разрѣзу. Всѣ остальныя клѣтки коры содержатъ хлорофилловыя зерна. Кромѣ того, въ корѣ мы замѣчаемъ одиночные, круглые поперечные разрѣзы пучковъ (f'''), отходящихъ къ листьямъ.—Далѣе слѣдуетъ толстый слой тонкостѣнныхъ, безцвѣтныхъ, радіально расположенныхъ клѣтокъ (*l*), переходящихъ по направленію къ поверхности стебля въ бурую неправильную ткань. Это пробковый слой, состоящій внутри изъ молодой безцвѣтной пробковой ткани, снаружи изъ побурѣвшей и неправильно растянутой пробки.

Особенно поучительны поперечные разрѣзы, окрашенные кораллиномъ: сосудистые пучки выступаютъ на нихъ весьма рѣзко. Кораллинъ окрашиваетъ также и одревеснѣвшія вторичныя клѣтки основной ткани, но это окрашиваніе имѣетъ другой оттѣнокъ. Неодревеснѣвшія клѣтки получаютъ блѣдно-розовую окраску. Клѣтки, содержащія рафиды, наполняются прозрачнымъ сокомъ караллово-краснаго до оранжеваго цвѣта, и, благодаря этому окрашиванію, мы легко убѣждаемся, что рафиды погружены въ однородную слизь, поглощающую кораллинъ. Кораллинъ кромѣ свойства, общаго съ анилиновой синью, — окрашивать мозолистое вещество рѣшетчатыхъ пластинокъ, обладаетъ еще специфическою особенностью—окрашивать растительную слизь. Если погрузить въ алкоголь продольные разрѣзы Dracaena, окрашенные кораллиномъ, и подвергнуть ихъ даже кипяченію, то слизь тѣмъ не менѣе остается окрашенной; изъ этого обстоятельства мы можемъ заключить, что въ данномъ случаѣ имѣемъ дѣло со слизью, образовавшейся изъ крахмала, такъ какъ слизь изъ клѣтчатки обецвѣчивается даже въ холодномъ алкоголѣ, а во всякомъ случаѣ въ кипящемъ [7]).—Гумми не окрашивается отъ кораллина; смѣсь слизи и гумми смотря по количественному соотношенію составныхъ частей.—Съ другой стороны мы убѣждаемся, что водный растворъ нигрозина не окрашиваетъ слизи, найденной нами у Dracaena, даже послѣ продолжительнаго дѣйствія, между тѣмъ онъ окрашиваетъ слизь у Rumex (стр. 79).

Этимъ разсмотрѣніемъ поперечнаго разрѣза мы и ограничимся въ данномъ случаѣ; оно достаточно для того, чтобы познакомить насъ въ общихъ чертахъ съ происходящимъ здѣсь ростомъ въ толщину.—Изученіе мелкихъ подробностей, а также разсмотрѣніе продольныхъ разрѣзовъ мы оставимъ въ сторонѣ.

Примѣчаніе къ VIII-му упражненію.

1) О сосудистыхъ пучкахъ вообще, срав. de Bary, Vergl. Anatomie 1877 г., именно главу VIII, тамъ и вся старая литература. — Многочисленныя изслѣдованія, появившіяся позже и направленныя на изученіе морфологіи сосудистыхъ пучковъ, не подвергались съ того времени совмѣстной обработкѣ. Напротивъ того, анатомо-физіологическія работы, стремящіяся къ физіологическому объясненію морфологическихъ фактовъ, сопоставлены Г. Габерландомъ въ Encyklopädie der Naturwissenschaften, Handbuch der Botanik, Bd. II, p. 593.

2) Названія сосудистая часть и рѣшетчатая часть предложены де Бари. Vergl. Anatomie p. 330.

3) Haberlandt. die Entwickelungsgechichte des mech. Gewebesystems der Pflanzen.

4) Schwendener, das mechan. Princip. im anat. Bau der Monocotylen.

5) Это окрашиваніе предложено Шишиловичемъ. Bot. Centrbl. Bd. XII. p. 138.

6) Срав. Tangl. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII p. 170.

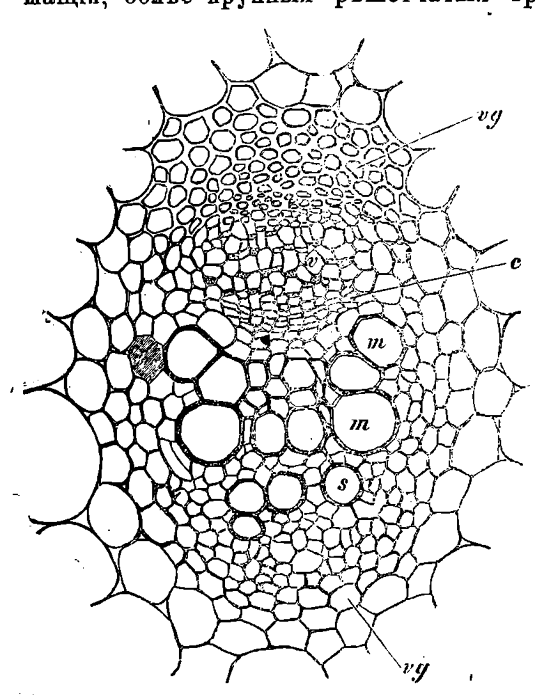
7) Срав. Szyszylowicz, тамъ же.

IX. Упражненіе.

Открытые коллатеральные сосудистые пучки.

Первымъ примѣромъ для изученія коллатеральныхъ сосудистыхъ пучковъ мы избираемъ побѣги Ranunculus repens. Для того, чтобы облегчить свою задачу, станемъ окрашивать препараты кораллиномъ. Поперечный разрѣзъ стебля показываетъ, что сосудистые пучки вполнѣ изолированы другъ отъ друга и въ тоже время расположены по кругу. Основная ткань состоитъ изъ круглыхъ клѣтокъ, уменьшающихся постепенно къ периферіи, содержащихъ хлорофилловыя зерна и образующихъ между собою крупныя межклѣтныя пространства. Поверхность стебля покрыта эпидермисомъ; вслѣдствіе расхожденія и разрыва клѣтокъ, стебель внутри полый. Сосудистые пучки производятъ такое же впечатлѣніе, какъ и пучки однодольныхъ; мы находимъ въ нихъ тѣ-же составныя части въ томъ же самомъ рас-

положеніи. Сосуды, лежащіе на внутренней сторонѣ пучковъ, окрашиваются слабѣе; это — кольчатые и спиральные сосуды (фиг. 44, *s*). Дальше лежащіе, болѣе крупные или болѣе мелкіе сосуды принимаютъ буро-красную окраску. Ихъ контуръ угловатъ, и уже на поперечномъ разрѣзѣ можно замѣтить, что стѣнки ихъ снабжены окаймленными порами (*m*). Между этими сосудами лежитъ тонко-стѣнная первичная древесинная паренхима. Въ лубовой части мы находимъ опять попеременно лежащія, болѣе крупныя рѣшетчатыя трубки (*v*) и болѣе мелкія сопровождающія клѣтки. Лубовая часть отдѣлена отъ древесинной многослойнымъ участкомъ радіально расположенныхъ клѣтокъ. Клѣтки эти произошли вслѣдствіе дѣятельности камбія (*c*), что сказывается въ ихъ радіальномъ расположеніи. Такимъ образомъ слой камбія, отдѣляющій древесину отъ луба, является здѣсь особенностью, отличающею эти пучки отъ пучковъ однодольныхъ. Правда, что дѣятельность этого камбія весьма ограничена, но его присутствіе уже достаточно для того, чтобы отнести такіе пучки къ категоріи открытыхъ, т. е. способныхъ къ дальнѣйшему развитію. Камбій образуетъ здѣсь только нѣсколько слоевъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ и затѣмъ прекращаетъ свою дѣятельность. Снаружи лубовая часть защищена пучкомъ склеренхиматическихъ элементовъ, которые окрашиваются въ красивый кораллово-красный цвѣтъ; и внутренній край пучка защищенъ такими же элементами влагалища, только они здѣсь слабѣе утолщены. На боковыхъ сторонахъ пучка элементы влагалища не смыкаются, вслѣдствіе чего остается промежутокъ, соотвѣтствующій границѣ между



Фиг. 44. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ побѣга Ranunculus repens. *s* — спиральные сосуды; *m* — сосуды съ окаймленными порами; *c*—камбій; *v*—рѣшетчатыя трубки; *vg*—влагалище. Увел. 180.

древесиной и лубомъ. На продольномъ разрѣзѣ легко констатировать присутствіе кольчатыхъ, спиральныхъ и точечныхъ сосудовъ, между которыми лежатъ удлиненныя клѣтки первичной древесинной паренхимы; далѣе слѣдуютъ тонкостѣнныя камбіальныя клѣтки, рѣшетчатыя трубки и сопровождающія клѣтки; наконецъ, элементы влагалища, отдѣленные другъ отъ друга слабо-наклоненными, пористыми поперечными перегородками.

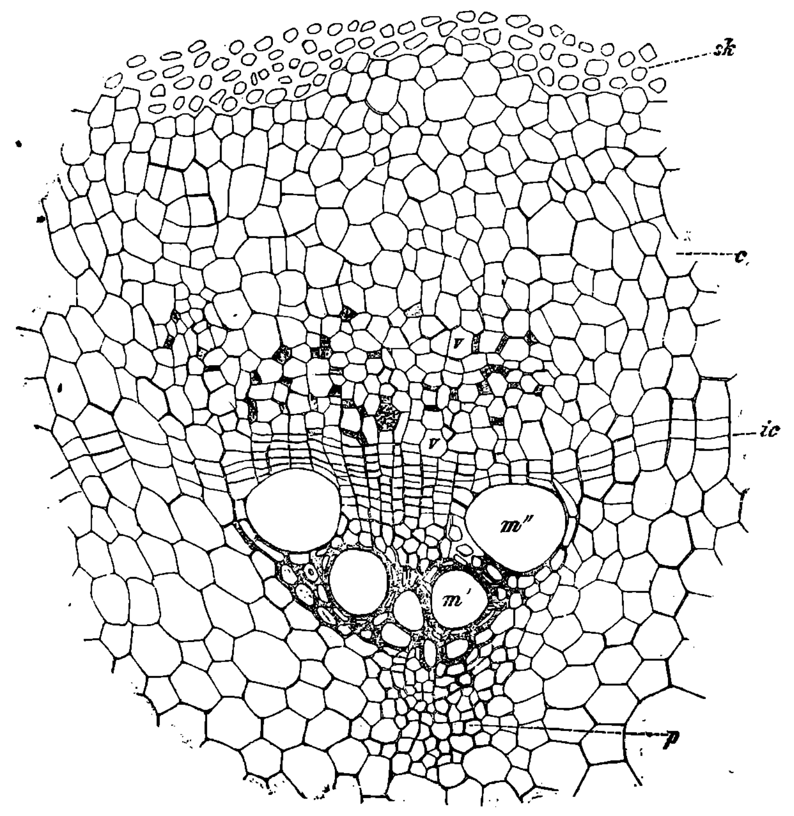
Сосудистые пучки Chelidonium majus на столько сходны по своему строенію съ пучками Ranunculus repens, что поперечные ихъ разрѣзы понятны безъ всякихъ дальнѣйшихъ объясненій. Мы предпочтемъ и здѣсь пользоваться для изслѣдованія спиртовымъ матеріаломъ. Древесинная часть заключаетъ большіе, тѣсно скученные сосуды, стѣнки которыхъ въ старыхъ частяхъ стебля получаютъ желтоватую окраску. Лубовая часть сильно развита; между древесиной и лубомъ лежатъ тонкостѣнные, радіально расположенные ряды клѣтокъ, образовавшіеся, благодаря кратковременной дѣятельности камбія. Влагалище замѣнено пучкомъ сильно утолщенныхъ склеренхиматическихъ клѣтокъ, расположенныхъ у наружнаго края лубовой части пучка; клѣтки эти въ болѣе старыхъ частяхъ стебля принимаютъ также желтое окрашиваніе. Подъ эпидермисомъ, отдѣляясь отъ него двумя рядами клѣтокъ, лежитъ толстое кольцо, состоящее изъ такихъ же точно склеренхиматическихъ элементовъ, какіе защищаютъ пучокъ и придаютъ ему прочность. Кольцо это есть общее влагалище для внутреннихъ тканей стебля. Въ сосудистомъ пучкѣ или въ непосредственномъ съ нимъ сосѣдствѣ мы встрѣчаемъ здѣсь въ первый разъ новые элементы— млечныя трубки; мы замѣчаемъ клѣтки съ темнобурымъ содержимымъ или въ лубовой части пучка или на внутренней сторонѣ древесины; особено многочисленны онѣ на внѣшней и на боковыхъ сторонахъ склеренхиматическаго пучка, а также встрѣчаются одиночно въ основной ткани между сосудистыми пучками; темнобурое ихъ содержимое представляетъ оранжевокрасный млечный сокъ, свернувшійся въ алкоголѣ. Клѣтки эти столь рѣзко бросаются въ глаза, что просмотрѣть ихъ невозможно. Всѣ онѣ тонкостѣнны, не исключая тѣхъ, которыя лежатъ на краю склеренхиматическаго пучка; форма ихъ не отличается ничѣмъ особеннымъ. — Млечныя трубки легко найдти и на радіальныхъ продольныхъ разрѣзахъ, благодаря ихъ желтобурому содержимому; онѣ представляются здѣсь въ видѣ длинныхъ трубокъ, расположенныхъ параллельно длинной оси стебля. Не трудно доказать существованіе въ млечныхъ трубкахъ поперечныхъ перегородокъ, продырявленныхъ по срединѣ болѣе или менѣе явственно однимъ или нѣсколькими отверстіями; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ можно ожидать присутствія поперечныхъ перегородокъ, ихъ вовсе не существуетъ. Весьма нерѣдко

можно встрѣтить въ пучкѣ отдѣльные сосуды, наполненные свернувшимся млечнымъ сокомъ. — Чрезвычайно поучительные поперечные разрѣзы сосудистыхъ пучковъ и млечныхъ трубокъ получаются при окрашиваніи препаратовъ кораллиномъ и прибавленіи на край покрышечнаго стеклышка капли ѣдкаго кали; сосуды получаютъ рыжеватый оттѣнокъ, склеренхиматическіе элементы розово-красный, между тѣмъ какъ поперечные разрѣзы млечныхъ трубокъ выполнены темно-бурымъ содержимымъ и выступаютъ очень рѣзко.—Погружая тонкіе продольные разрѣзы въ 45^0 уксусной кислоты-кармина, удается доказать присутствіе въ млечныхъ трубкахъ ядеръ; эта реакція впрочемъ не принадлежитъ къ числу особенно легкихъ.—Боковыя соединенія между млечными трубками у Chelidonium наблюдаемы не были.

Необыкновенно удобный объектъ для изученія роста въ толщину двудольныхъ растеній представляетъ Aristolochia Sipho. Необходимый для изслѣдованія матеріалъ легко заготовить разъ на всегда.—Прежде всего сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ вѣтки, имѣющей 3—4 *mm.* толщины. — Разсматривая его при помощи лупы, мы замѣчаемъ внутри рыхлую сердцевину, вокругъ нея кружокъ изолированныхъ сосудистыхъ пучковъ, далѣе кнаружи отъ пучковъ непрерывное бѣлое кольцо, затѣмъ зеленую коровую ткань и наконецъ желтовато-зеленый периферическій покровъ.

При слабомъ увеличеніи подъ микроскопомъ мы убѣждаемся, что сердцевина состоитъ изъ круглыхъ, крупныхъ клѣтокъ, частью наполненныхъ воздухомъ. Древесинная часть сосудистаго пучка является темною и пронизана большими полостями сосудовъ; за нею слѣдуетъ камбіальный поясъ, состоящій изъ узкихъ, радіально-расположенныхъ клѣтокъ и затѣмъ нѣсколько менѣе свѣтлая лубовая часть, изъ крупныхъ клѣтокъ, не обнаруживающихъ правильнаго расположенія. Каждый пучекъ окруженъ въ своей наружной части паренхиматической тканью, содержащею хлорофилловыя зерна или въ иныхъ случаяхъ запасныя вещества. Лежащее кнаружи бѣлое кольцо состоитъ изъ сильно утолщенныхъ склеренхиматическихъ клѣтокъ; оно вдается клинообразно внутрь между отдѣльными сосудистыми пучками. Снаружи къ кольцу примыкаетъ хлорофиллоносная ткань, самый внутренній слой которой, граничащій съ склеренхимой, богатъ содержаніемъ крахмала, и которая должна быть причислена къ категоріи такъ называемыхъ крахмалистыхъ влагалищъ. При обработкѣ іодомъ, влагалище это выступаетъ весьма рѣзко. Далѣе слѣдуетъ ткань, также содержащая хлорофиллъ, состоящая изъ клѣтокъ съ узкимъ просвѣтомъ, бѣлыя стѣнки которыхъ въ углахъ взаимнаго соприкосновенія сильнѣе утолщены; благодаря этому признаку, мы узнаемъ въ ней «колленхиму». Наконецъ,

снаружи мы находимъ эпидермисъ. — Послѣ этого общаго разсмотрѣнія, перейдемъ къ подробному изученію отдѣльнаго пучка, что возможно только на весьма тонкихъ разрѣзахъ; такіе разрѣзы съ удобствомъ можно приготовлять изъ спиртоваго матеріала, который пролежалъ нѣкоторое время въ смѣси алкоголя



Фиг. 45. Поперечный разрѣзъ молодой вѣтки Aristolochia Sipho, представляющій сосудистый пучокъ послѣ того, какъ началась дѣятельность камбія. *p*—паренхиматическіе элементы на внутренней сторонѣ древесины; *m'* и *m''*—сосуды, снабженные окаймленными порамя; *ic*—межпучковый камбій, переходящій въ камбій пучковый, т. е. въ камбій, лежащій въ сосудистомъ пучкѣ; *v*—рѣшетчатыя трубки; *c*—паренхима коры; *sk*—внутренняя часть склеренхиматическаго кольца. Увел. 130.

и глицерина. Затѣмъ мы окрашиваемъ наши разрѣзы, дѣйствуя на нихъ втеченіи долгаго времени коралиномъ. Сосудистый пучекъ изъ вѣтки настоящаго года, находящійся въ періодѣ развитія, имѣетъ видъ, представленный на фигурѣ 45; на внутренней его сторонѣ мы видимъ тонкостѣнную первичную древе-

синную паренхиму (*p*), въ которой заключены узкіе сосуды (элементы протоксилемы) и дальше другіе, постепенно увеличивающіе свой діаметръ; въ то-же время и древесинная паренхима постепенно утолщаетъ свои стѣнки. Древесинная паренхима располагается преимущественно вокругъ сосудовъ, промежутки же заняты сильнѣе утолщенными трахеидами, имѣющими окаймленныя поры.

Готовые сосуды, трахеиды и толстостѣнная древесинная паренхима принимаютъ отъ кораллина интенсивно красный цвѣтъ; тонкостѣнная паренхима получаетъ слабую розовую окраску, вслѣдствіе чего она рѣзко отграничена отъ самыхъ внутреннихъ сосудовъ. Два большіе сосуда въ представленномъ на нашемъ рисункѣ сосудистомъ пучкѣ находились въ періодѣ развитія; между ними лежитъ молодая тонкостѣнная вторичная ткань, клѣтки которой, расположенныя рядами, указываютъ на дѣятельность камбія. Къ большимъ сосудамъ примыкаетъ снаружи камбіальный поясъ; плоскій, не рѣзко отграниченный слой клѣтокъ представляетъ иниціальный слой камбіальнаго пояса.— Далѣе кнаружи слѣдуетъ лубъ, состоящій изъ тонкостѣнныхъ элементовъ; радіальное расположеніе внутреннихъ элементовъ луба указываетъ и здѣсь на ихъ вторичное происхожденіе изъ камбія. Въ лубѣ легко различать рѣшетчатыя трубки отъ многочисленныхъ сопровождающихъ клѣтокъ, весьма богатыхъ содержимымъ. Между рѣшетчатыми трубками и сопровождающими клѣтками разсѣяны клѣтки лубовой паренхимы, содержащія крахмалъ. Наружная часть луба — протофлоэма состоитъ изъ менѣе широкихъ рѣшетчатыхъ трубокъ, вслѣдствіе чего онѣ не отдѣляются рѣзко отъ сопровождающихъ клѣтокъ. Отъ склеренхиматическаго кольца лубъ отдѣленъ коровою паренхимою, состоящею изъ большихъ клѣтокъ, безъ межклѣтныхъ пространствъ.—Склеренхиматическое кольцо является окрашеннымъ столь-же интенсивно, какъ и одревеснѣвшія части сосудистаго пучка. — Подъ давленіемъ новыхъ, образующихся изъ камбія элементовъ, элементы протофлоэмы вскорѣ являются сплющенными. На такихъ препаратахъ весьма поучительно развитіе межпучковаго камбія.—Одновременно съ началомъ камбіальной дѣятельности внутри сосудистыхъ пучковъ, клѣтки основной ткани, примыкающія къ ихъ боковымъ сторонамъ, вытягиваются, и въ нихъ появляются перегородки (*ic*). Такимъ образомъ, изъ элементовъ основной ткани образуется полоска камбія, соединяющая камбіальные участки отдѣльныхъ пучковъ, расположенныхъ по кругу, въ одно сплошное камбіальное кольцо. Какъ видно изъ нашего рисунка, развитіе межпучковаго камбія (*ic*) у Aristolochia Sipho— прослѣдить чрезвычайно легко; первоначальные контуры раздѣлившихся клѣтокъ основной ткани сохраняются очень долго.— У Aristolochia мы не находимъ влагалища вокругъ отдѣльныхъ

сосудистыхъ пучковъ. Кольцо изъ склеренхиматическихъ элементовъ образуетъ общее влагалище вокругъ всѣхъ внутреннихъ тканей ствола. Тонкій радіальный продольный разрѣзъ, прошедшій по оси сосудистаго пучка и окрашенный кораллиномъ, показываетъ на внутренней своей сторонѣ удлиненную первичную древесинную паренхиму съ прямыми поперечными перегородками; между клѣтками паренхимы лежатъ очень узкіе, болѣе или менѣе сдавленные, кольчатые сосуды, далѣе такіе-же сосуды болѣе широкіе, представляющіе отчасти переходы къ спиральнымъ; затѣмъ слѣдуютъ широкіе спиральные сосуды съ плотно свернутой лентой, показывающіе переходы къ сѣтчатой формѣ утолщенія; наконецъ, слѣдуютъ широкіе сосуды съ окаймленными порами. — Между сосудами мы находимъ прежде всего удлиненные, лишенные содержимаго трахеиды съ окаймленными порами; далѣе одиночныя волокнистыя клѣтки, похожія на трахеиды, но имѣющія простыя поры и содержащія крахмалъ; затѣмъ толстостѣнную древесинную паренхиму, съ поперечными перегородками, простыми порами, содержащую крахмалъ.—Молодые, не развитые еще сосуды представляются широкими цилиндрическими тонкостѣнными клѣтками, отдѣленными другъ отъ друга поперечными перегородками и снабженными значительнымъ стѣнкоположнымъ слоемъ протоплазмы и ядромъ. Въ готовыхъ сосудахъ нѣтъ и слѣдовъ содержимаго, а вмѣсто цѣльныхъ поперечныхъ перегородокъ въ точечныхъ сосудахъ мы находимъ лишь кольцеобразныя діафрагмы. — Плоскія клѣтки камбіальнаго пояса богаты протоплазматическимъ содержимымъ, имѣютъ ядро и нѣжныя поперечныя перегородки. — Рѣшетчатыя пластинки необыкновенно красивы; онѣ нерѣдко наклонны и представляютъ наблюдателю всю свою розовую поверхность, усѣянную болѣе темными блестящими точками. Сильно наклонныя рѣшетчатыя пластинки раздѣлены свѣтлыми, лишенными поръ полосками на цѣлый рядъ другъ надъ другомъ лежащихъ участковъ, усѣянныхъ точками и окрашенныхъ въ розовый цвѣтъ. Боковыя стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ покрыты кромѣ того маленькими, большею частью поперечно растянутыми и мелкоточечными ситовидными порами, также окрашенными въ розовый цвѣтъ. На периферіи луба можно наблюдать съ чрезвычайною ясностью образованіе мозолистыхъ пластинокъ; онѣ имѣютъ видъ сильно преломляющихъ свѣтъ, округленныхъ на свободной поверхности массъ, окрашенныхъ въ яркій розовый цвѣтъ и сидятъ или съ обѣихъ сторонъ рѣшетчатыхъ пластинокъ или чаще покрываютъ только одну ихъ сторону. Также и маленькія ситовидныя поры на боковыхъ стѣнкахъ имѣютъ здѣсь небольшія мозолистыя пластинки. Подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ лежатъ узкія, богатыя содержимымъ сопровождающія клѣтки и болѣе широкія и короткія клѣт-

ки лубовой паренхимы, содержащія крахмалъ. Рѣшетчатая часть отдѣлена отъ склеренхиматическихъ элементовъ паренхиматическими клѣтками основной ткани.—Склеренхиматическія волокна, образующія кольцо, очень длинны, съ заостренными концами, которыми они соприкасаются между собою, и снабжены порами. Наконецъ, мы констатируемъ еще, что длина колленхиматическихъ клѣтокъ, граничащихъ съ эпидермисомъ, много разъ превосходитъ ихъ ширину, и что клѣтки эти раздѣлены поперечными перегородками.

Теперь возьмемъ для изслѣдованія старую вѣтку, толщиною около 10 *mm*. Разрѣжемъ ее поперегъ и разсмотримъ плоскость разрѣза при помощи лупы. Сердцевина и сердцевинные лучи кажутся бѣлыми, древесина-желтоватой. Самые толстые сердцевинные лучи, числомъ большею частью 10 — 12, доходятъ до сердцевины; это — «первичные» сердцевинные лучи, раздѣлявшіе съ самаго начала сосудистые пучки другъ отъ друга. Съ сердцевиной граничитъ самая старая часть древесины сосудистаго пучка; за отсутствіемъ въ ней широкихъ сосудовъ, эта часть древесины имѣетъ видъ болѣе плотнаго, темнѣе окрашеннаго кольца, прорѣзаннаго первичными сердцевинными лучами. За нею слѣдуютъ концентрическіе годичные кольца. — Ширина полостей сосудовъ увеличивается постепенно въ первые годы, пока не достигнетъ опредѣленной наибольшей величины. Границы годичныхъ слоевъ обозначены весьма рѣзко крупными полостями сосудовъ, такъ какъ самые широкіе сосуды образуются лишь весною въ началѣ развитія. Наружныя части годичныхъ слоевъ не заключаютъ сосудовъ, видимыхъ въ лупу.—По мѣрѣ того какъ вторичная древесина увеличивается въ окружности, въ ней появляются новые сердцевинные лучи, которые мы можемъ назвать лучами 2-го, 3-го *n* — порядка или общимъ именемъ вторичныхъ лучей. Образованіе новыхъ сердцевинныхъ лучей происходитъ съ величайшею правильностью. Чѣмъ больше мы удаляемся отъ средины стебля, тѣмъ многочисленнѣе становятся сердцевинные лучи и тѣмъ короче вновь образующіеся. На внѣшней границѣ древесины мы замѣчаемъ темный кругъ—камбіальное кольцо, продолжающееся въ сердцевинные лучи въ видѣ нѣжной линіи. Передъ вторичной древесиной лежатъ участки вторичнаго луба, окрашенные въ свѣтло-бурый цвѣтъ и образовавшіеся благодаря послѣдовательному приросту.—Вслѣдствіе роста въ ширину, обусловленнаго утолщеніемъ ствола, сердцевинные лучи расширяются кнаружи отъ камбія. Участки луба не способны разростаться въ ширь и потому представляются съуженными кнаружи и округленными. Первоначально сплошное кольцо склеренхимы разорвано здѣсь на отдѣльные, неравные по величинѣ куски оливково-зеленаго цвѣта; то-же

самое происходитъ и съ колленхимой, образовавшей въ началѣ сплошной слой; послѣдняя окрашена въ болѣе темный оливково-зеленый цвѣтъ. — Защиту внутреннихъ тканей принимаетъ на себя перидерма, покрывающая въ видѣ бураго слоя поверхность ствола и обнаруживающая явственную слоистость. Весь участокъ, заключающій въ себѣ вторичный лубъ и расширенные концы сердцевинныхъ лучей и образовавшійся, благодаря дѣятельности камбія, получаетъ названіе вторичной коры и противопоставляется корѣ первичной, существовавшей ранѣе начала роста въ толщину. Рѣзкой границы между первичною и вторичною корою здѣсь не существуетъ.

Изслѣдуемъ теперь строеніе нашего ствола на тонкихъ поперечныхъ разрѣзахъ при болѣе сильномъ увеличеніи. Ткань сердцевины осталась безъ измѣненія въ томъ видѣ, въ какомъ мы встрѣчали ее на молодыхъ стадіяхъ развитія, только клѣтки ея содержатъ многочисленныя друзы кристалловъ щавелево-кислой извести. Въ сердцевину вдаются участки первичной древесины, существовавшей раньше начала вторичнаго роста, и образуютъ такъ называемую сердцевинную трубку. — При разсматриваніи разрѣза въ лупу, участки первичной древесины не были замѣтны: они состоятъ изъ тонкостѣнныхъ частью раздавленныхъ элементовъ. Только съ появленіемъ утолщенныхъ элементовъ между болѣе крупными точечными сосудами, граница древесины обозначается рѣзко. Одновременно ширина сосудистаго пучка увеличивается и соотвѣтственно этому уменьшается ширина первичныхъ сердцевинныхъ лучей. — Сосуды, образовавшіеся весною, обнаруживаютъ постепенное увеличеніе объема до третьяго или четвертаго годичнаго кольца. — Въ каждомъ отдѣльномъ годичномъ слоѣ діаметръ сосудовъ быстро уменьшается съ весны и до осени. Передъ концомъ періода вегетаціи образуются только весьма узкіе сосуды. — Главная масса древесины состоитъ изъ сравнительно узкихъ, сильно утолщенныхъ элементовъ, снабженныхъ окаймленными порами и не заключающихъ болѣе содержимаго; это — трахеиды; они содержатъ воздухъ или воду. Если мы находимъ въ нихъ содержимое, напр. крахмалъ, то онъ попалъ туда случайно при изготовленіи разрѣза. — Преимущественно вокругъ сосудовъ, а также между трахеидами разсѣяны слабѣе утолщенные элементы съ протоплазматическимъ содержимымъ, заключающимъ обыкновенно крахмалъ; они снабжены порами и представляютъ клѣтки древесинной паренхимы и древесинныя волокна. — Сосуды имѣютъ окаймленныя поры только въ тѣхъ мѣстахъ, которыми они соприкасаются между собою и съ трахеидами; тамъ, гдѣ пора сосуда или трахеида соприкасается съ порою древесинной паренхимы или древесиннаго волокна, она снабжена каймой толь-

ко на стороне сосуда или трахеида, т. е. только на этой стороне отверстіе поры съужено.

Замыкающая перепонка такихъ односторонне окаймленныхъ поръ лишена центральнаго утолщенія (торуса) и въ отличіе отъ перепонокъ, снабженныхъ такимъ утолщеніемъ, принимаетъ отъ хлор-цинк-іода синюю окраску [1]).

Клѣтки сердцевинныхъ лучей вытянуты въ радіальномъ направленіи, сравнительно слабо утолщены и снабжены многочисленными мелкими порами. На наружней границѣ древесины мы легко замѣчаемъ камбій, состоящій изъ тонкостѣнныхъ, плоскихъ, радіально расположенныхъ клѣтокъ; по другую сторону камбія лежитъ состоящая изъ тонкостѣнныхъ элементовъ лубовая часть. Кромѣ рѣшетчатыхъ трубокъ и сопровождающихъ клѣтокъ мы находимъ здѣсь въ лубовой части еще и клѣтки лубовой паренхимы, содержащія крахмалъ. Такимъ образомъ во вторичномъ лубѣ, произведенномъ дѣятельностью камбія, появляются новые элементы — клѣтки лубовой паренхимы.—На достаточно тонкихъ разрѣзахъ мы можемъ прослѣдить въ лубѣ чередованіе сплющенныхъ, спавшихся слоевъ клѣтокъ, со слоями клѣтокъ не сплющенныхъ; не спавшіеся клѣточные слои состоятъ изъ крахмалоносной лубовой паренхимы, образовавшейся весною; напротивъ того, сплющенные слои состоятъ изъ позже образовавшихся рѣшетчатыхъ трубокъ, сопровождающихъ клѣтокъ и клѣтокъ лубовой паренхимы. Сплющенныя ленты впослѣдствіи разрываются, но во всякомъ случаѣ онѣ ясно замѣтны въ теченіи долгаго времени, въ видѣ сводовъ, расширяющихся кнаружи. Вслѣдствіе образованія новыхъ сердцевинныхъ лучей, лубовые участки подвергаются послѣдовательному дѣленію на два, и потому каждый наружный участокъ обнимаетъ собою два внутреннихъ. Снаружи рѣшетчатой части пучка лежатъ въ корѣ разорванные куски склеренхиматическаго кольца; они отдѣлены другъ отъ друга паренхиматической тканью. Вслѣдствіе роста въ толщину, вызваннаго дѣятельностью камбія, склеренхиматическое кольцо получаетъ радіальныя трещины, въ которыя проникаетъ съ обѣихъ сторонъ коровая ткань. Кольцо паренхимы также раздѣлено на участки, но здѣсь не произошло собственно разрыва, а только тангентальное растяженіе клѣтокъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ. Клѣтки эти затѣмъ дѣлятся и даютъ начало паренхиматической ткани. Поверхность ствола покрыта перидермой, состоящей изъ попеременно лежащихъ широкихъ поясовъ, крупныхъ, тонкостѣнныхъ пробковыхъ клѣтокъ и болѣе узкихъ поясовъ мелкихъ, толстостѣнныхъ клѣтокъ. Подобно тому, какъ въ сердцевинѣ и въ сердцевинныхъ лучахъ, мы находимъ и въ корѣ друзы кристалловъ щавелево-кислой извести.

Радіальный продольный разрѣзъ показываетъ намъ во вторичной древесинѣ прежде всего широкіе и узкіе сосуды съ

окаймленными порами и кольцеобразными діафрагмами; трахеиды съ окаймленными порами, слабѣе утолщенныя древесинныя волокна, отличающіяся своимъ содержимымъ и плоскими порами, и болѣе короткія, слабѣе, чѣмъ трахеиды, утолщенныя клѣтки паренхимы, снабженныя содержимымъ и плоскими порами и соединенныя въ длинныя нити. Если разрѣзомъ былъ захваченъ сердцевинный лучъ, то тонкостѣнныя его клѣтки располагаются радіальными рядами. На внѣшней границѣ древесины мы видимъ плоскія, богатыя содержимымъ, тонкостѣнныя камбіальныя клѣтки, раздѣленныя поперечными перегородками; далѣе дѣятельный еще участокъ луба и затѣмъ чередующіеся съ спавшимися элементами, не спавшіеся плоскіе элементы болѣе стараго луба. Особенно хорошо видна на периферіи слоистая перидерма; ея продольный разрѣзъ совершенно схожъ съ поперечнымъ. Вышина и ширина клѣтокъ ея одинаковы. При рѣзаніи дерева уже простымъ глазомъ можно замѣтить прямое прохожденіе сердцевинныхъ лучей. Оно зависитъ отъ значительной длины междоузлій, внутри которыхъ, какъ сосудистые пучки, такъ и сердцевинные лучи не измѣняютъ своего направленія; поэтому на тангентальномъ разрѣзѣ сердцевинные лучи имѣютъ видъ болѣе или менѣе параллельныхъ другъ другу полосокъ различной ширины, раздѣленныхъ соотвѣтственными полосками древесины.

Въ виду значительныхъ трудностей, съ которыми связано нахожденіе и изученіе отдѣльныхъ элементовъ на разрѣзахъ древесины, представляющихъ весьма сложныя картины, попытаемся познакомиться съ инымъ методомъ изслѣдованія. Мы воспользуемся такъ называемымъ методомъ мацераціи. Въ широкую пробирку помѣстимъ нѣсколько кусочковъ хлорноватокислаго кали и прильемъ столько азотной кислоты, чтобы она покрыла собой кусочки соли; затѣмъ мы погружаемъ въ кислоту не слишкомъ тонкіе продольные разрѣзы и нагрѣваемъ пробирку до тѣхъ поръ, пока не начнется выдѣленіе газовъ. Черезъ нѣсколько минутъ послѣ этого, мы выливаемъ все содержимое пробирки въ большую чашку, наполненную водою. Помощью стеклянной палочки мы вылавливаемъ плавающіе въ жидкости препараты, переносимъ ихъ въ другой сосудъ съ водою, а затѣмъ въ каплю воды на предметное стеклышко. Мацерацію не слѣдуетъ производить въ томъ помѣщеніи, гдѣ стоятъ микроскопы, въ виду того, что выдѣляющіеся пары вредятъ инструментамъ. Препараты, лежащіе на предметномъ стеклышкѣ, расщепляются при помощи иголокъ и распадаются на отдѣльные, составляющіе ихъ элементы Если реактивъ подѣйствовалъ надлежащимъ образомъ, то срединныя пластинки между клѣтками растворились, и отдѣленіе клѣтокъ другъ отъ друга совершается легко. Вслѣдствіе этого мы находимъ подъ ми-

кроскопомъ изолированными всѣ тѣ элементы, которые прежде изучались нами въ соединеніи другъ съ другомъ. Всѣ они большею частью хорошо сохранились, только теперь они лишены почти совершенно древесиннаго вещества и потому отъ хлорцинк-іода окрашиваются большею частью въ фіолетовый цвѣтъ. Прежде всего бросаются намъ въ глаза точечные сосуды, распавшіеся на отдѣльные куски въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ кольцеобразнымъ діафрагмамъ. Особенно многочисленны въ такихъ препаратахъ изолированные трахеиды; они представляются удлиненными съ округленными концами и снабжены окаймленными порами. Послѣднія кажутся теперь, при разбухшихъ стѣнкахъ узкими, косо-восходящими щелями; но во всякомъ случаѣ, при установкѣ ихъ оптическаго разрѣза, легко убѣдиться, что щели расширяются кнаружи. Тамъ, гдѣ нѣсколько трахеидовъ остаются соединенными между собой, поры представляютъ крестъ, потому что щелевидныя ихъ отверстія въ двухъ соприкасающихся клѣткахъ наклонены въ противоположныя стороны. Кромѣ сосудовъ и трахеидовъ, мы находимъ на нашихъ препаратахъ болѣе тонкостѣнныя, снабженныя крупными, плоскими порами, клѣтки древесинной паренхимы. Ихъ легко узнать по свернувшемуся груммозному содержимому; мы убѣждаемся, что клѣтки эти, изолируясь, сохраняютъ форму, похожую на форму волокнистыхъ клѣтокъ. Иногда онѣ имѣютъ одну полость, обыкновенно раздѣлены прямыми или косыми поперечными перегородками на нѣсколько другъ надъ другомъ расположенныхъ короткихъ участковъ. Формы съ одной полостью, названныя нами волокнистыми клѣтками, лучше назвать замѣщающими волокнами, въ виду того, что онѣ замѣщаютъ собой древесинную паренхиму. Клѣтки древесинной паренхимы, стоящія другъ надъ другомъ и имѣющія вмѣстѣ форму замѣщающаго волокна, произошли, повидимому вслѣдствіе поперечнаго дѣленія одной материнской клѣтки. Поперечныя перегородки должны были образоваться весьма рано, въ то время, когда материнская клѣтка была еще тонкостѣнна, потому что теперь онѣ имѣютъ такую же толщину и такія же поры, какъ и боковыя стѣнки; онѣ, слѣдовательно, должны были утолщаться одновременно.

Примѣчаніе къ IX-му упражненію.

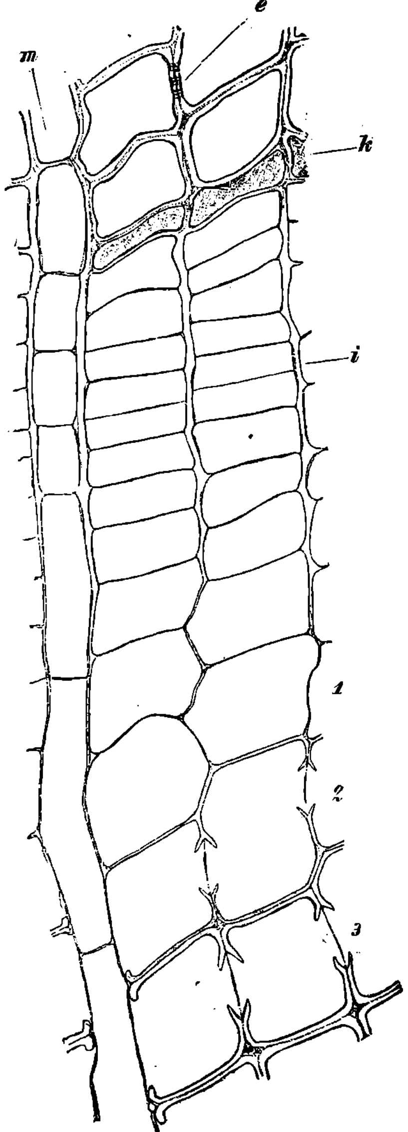
[1]) Срав. Russow, Bot. Centralbl. Bd. XIII, pag. 140.

X. Упражненіе.

Строеніе ствола хвойныхъ.

Обратимся теперь снова къ изслѣдованной уже нами соснѣ (Pinus silvestris), съ цѣлью изучить подробно строеніе ея ствола. Познакомившись съ ростомъ въ толщину у Aristolochia, мы приступимъ къ этому изученію съ совершенно инымъ взглядомъ на дѣло. Характернымъ для хвойныхъ является то обстоятельство, что весь вторичный приростъ древесины состоитъ изъ одного рода элементовъ, именно изъ трахеидовъ или, какъ у сосны, изъ трахеидовъ и отдѣльныхъ пучковъ вторичной древесинной паренхимы. Желая найти у хвойныхъ сосуды, нужно искать ихъ въ сердцевинной трубкѣ, въ участкахъ первичной древесины сосудистыхъ пучковъ; это удается даже въ стволахъ, толщиною въ 10 и болѣе центиметровъ. На поперечномъ разрѣзѣ окружности сердцевины, отличающейся замѣтной для простаго глаза, болѣе темной окраской, мы видимъ, что внутренніе края древесины, вдающіеся въ сердцевину, заняты узкими элементами съ бурыми стѣнками. На тонкихъ радіальныхъ разрѣзахъ того-же участка мы убѣждаемся, что эти элементы суть спиральные сосуды; нѣкоторые изъ нихъ, снабженные одновременно спиральными лентами и окаймленными порами, представляютъ переходъ къ трахеидамъ, имѣющимъ одни только окаймленныя поры.

Наше изслѣдованіе должно быть теперь направлено на подробное изученіе камбія, и для этой цѣли мы воспользуемся спиртовымъ матеріаломъ; при рѣзаніи свѣжаго сосноваго дерева, камбій большею частью разрывается, а изъ сухаго дерева получить хорошіе разрѣзы не легко. Спиртовый матеріалъ мы кладемъ и въ этомъ случаѣ въ смѣсь равныхъ частей алкоголя и глицерина, оставляемъ его тамъ 24 часа, послѣ чего приготовленіе препаратовъ особенно удобно; спиртовый матеріалъ имѣетъ еще то преимущество, что содержимое клѣтокъ въ немъ фиксировано. Въ виду того, что трахеиды въ позже образовавшихся годичныхъ кольцахъ крупнѣе, мы возьмемъ для изслѣдованія куски изъ периферій толстаго ствола. Лучше всего, если кусокъ ствола былъ положенъ въ спиртъ въ іюнѣ или въ іюлѣ, т. е. въ такое время, когда камбій находится въ періодѣ оживленной дѣятельности, и я предполагаю, что такой

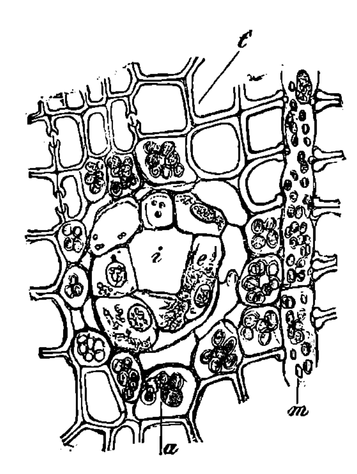


кусокъ ствола имѣется въ распоряженіи. Наблюдать разрѣзы мы будемъ въ глицеринѣ, но если-бы мы пожелали подвергнуть ихъ дѣйствію реактивовъ, то предварительно слѣдуетъ обмыть ихъ водою. Начнемъ съ тонкаго поперечнаго разрѣза изъ периферіи ствола, разрѣза, захватившаго кору, камбій и нѣсколькогодичныхъ колецъ. Постараемся прежде всего увидѣть на этомъ разрѣзѣ все то, съ чѣмъ мы познакомились при изученіи окаймленныхъ поръ. Мы видимъ трахеиды, расположенные радіальными рядами; нѣкоторые изъ рядовъ удваиваются по направленію кнаружи. Очертанія трахеидовъ четырехугольныя, также пяти- и шестиугольныя; осенью они ýже и толстостѣннѣе. Къ этимъ толстостѣннымъ узкимъ элементамъ примыкаютъ прямо безъ переходныхъ формъ слабѣе утолщенные, болѣе широкіе элементы весенняго дерева, вслѣдствіе чего обозначается граница годичнаго кольца, видимая простому глазу. Параллельно радіальнымъ рядамъ трахеидовъ проходятъ узкіе одно—, рѣже многослойные сердцевинные лучи, клѣтки которыхъ по большей части содержатъ крахмалъ. На радіальныхъ стѣнкахъ трахеидовъ расположены окаймленныя поры, строеніе которыхъ уже намъ знакомо. Между трахеидами и крахмалоносными клѣтками

Фиг. 46. Часть поперечнаго разрѣза болѣе стараго ствола Pinus silvestris, прошедшаго черезъ камбій. *i*—иниціальный слой, съ одной стороны камбія — молодая древесина, съ другой — молодой лубъ. *1*, *2*, *3* — стадіи развитія окаймленной поры; *m* — сердцевинный лучъ; *e* — рѣшетчатая пластинка; *k* — плоскія клѣтки съ бурымъ содержимымъ, заключающія впослѣдствіи кристаллы. Увел. 540.

сердцевинныхъ лучей находимъ весьма широкія «полуокаймленныя или односторонnія» поры, занимающія стѣнку трахеида почти во всю ея ширину. Поры эти должны быть названы односторонними потому, что кайма развита только въ трахеидѣ; закрывающая ихъ перепонка вдавлена въ трахеидъ и лишена торуса. Каждая клѣтка сердцевиннаго луча въ томъ мѣстѣ, гдѣ она соприкасается съ тангентальною стѣнкою трахеида, снабжена выдающеюся утолщенною полоскою. (Сравн. сердцевинный лучъ и примыкающіе къ нему трахеиды на фиг. 47). Но разрѣзъ могъ коснуться пояса клѣтокъ сердцевинныхъ лучей, лишенныхъ содержимаго, и тогда эти послѣдніе соединены съ трахеидами двусторонне-окаймленными порами. Въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ камбіемъ мы замѣчаемъ неразвитые еще трахеиды (фиг. 46), такъ называемое молодое дерево. Толщина клѣточныхъ стѣнокъ быстро уменьшается здѣсь по направленію къ камбіальному слою. Кромѣ того, на поперечныхъ разрѣзахъ болѣе старыхъ стволовъ мы видимъ, что радіальныя стѣнки внутри камбіальнаго пояса снова становятся толще [1]) (такъ, на нашей фиг. 46). То, что мы должны назвать здѣсь камбіемъ, состоитъ изъ иниціальнаго слоя (*i*), который теоретически долженъ считаться однорояднымъ; вслѣдствіе постоянныхъ тангентальныхъ дѣленій, этотъ слой образуетъ материнскія клѣтки ткани на сторонѣ древесины и на сторонѣ луба, а изъ этихъ послѣднихъ дѣлящіяся материнскія клѣтки, которыя даютъ начало элементамъ древесины и луба. Между иниціальнымъ слоемъ и материнскими клѣтками ткани нельзя провести рѣзкой границы. Самыя молодыя перегородки въ камбіѣ отличаются тѣмъ, что непосредственно примыкаютъ къ радіальнымъ боковымъ стѣнкамъ (*i*); напротивъ, болѣе старыя перегородки утолщены немного въ мѣстахъ, которыми они примыкаютъ къ боковымъ стѣнкамъ. На сторонѣ, обращенной къ древесинѣ, удается прослѣдить исторію развитія окаймленныхъ поръ (*1*, *2*, *3*). Ряды трахеидовъ продолжаются въ ряды лубовыхъ элементовъ, сохраняющихъ въ началѣ такое же строго радіальное расположеніе. Клѣточныя стѣнки на лубовой сторонѣ утолщаются очень быстро и имѣютъ матовобѣлый цвѣтъ, менѣе блестящій, чѣмъ въ древесинѣ. На радіальныхъ стѣнкахъ широкихъ лубовыхъ элементовъ, въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ окаймленнымъ порамъ въ древесинѣ, образуются рѣшетчатыя поры (*e*); на очень тонкихъ разрѣзахъ видны тонкія отверстія, пронизывающія эти поры. Узкія, преимущественно однослойныя ленты сплющенныхъ клѣтокъ чередуются съ широкими слоями рѣшетчатыхъ трубокъ; эти узкія ленты состоятъ изъ лубовой паренхимы; большая часть ея клѣтокъ отличается сильно преломляющимъ свѣтъ бурымъ содержимымъ (*k*). Въ нѣкоторыхъ, болѣе удаленныхъ отъ камбія клѣткахъ замѣтны въ содержимомъ одинъ или два кристалла. Такъ какъ

у сосны образуется ежегодно только одна такая лента лубовой паренхимы, то по числу ихъ можно опредѣлить возрастъ отдѣльныхъ лубовыхъ участковъ. Между кристаллоносными клѣтками лежатъ клѣтки, наполненныя крахмаломъ; какъ тѣ, такъ и другія разсѣяны между рѣшетчатыми трубками или одиночно или группами. Сердцевинные лучи (*m*) продолжаются изъ древесины черезъ камбій въ лубъ, заключая и здѣсь крахмалъ въ нѣкоторой части своихъ клѣтокъ. Только одинъ, сравнительно узкій поясъ луба состоитъ изъ тургесцирующихъ элементовъ, сохраняющихъ первоначальное свое расположеніе. За этимъ поясомъ радіальные ряды изгибаются, клѣточныя стѣнки бурѣютъ; полости клѣтокъ представляются сплющенными, и ихъ радіальныя перегородки—волнистыми. Только крахмалоносныя клѣтки луба и сердцевиннаго луча значительно вздуваются, округляются и принимаютъ видъ болѣе или менѣе шарообразныхъ, крахмаломъ наполненныхъ элементовъ; затѣмъ рѣшетчатыя трубки и кристаллоносныя клѣтки являются окончательно раздавленными, растянутыми въ тангентальномъ направленіи, и въ видѣ слоистыхъ перепонокъ, отдѣляютъ крупныя крахмалоносныя клѣтки другъ отъ друга. Изъ этихъ послѣднихъ исключительно состоитъ внѣшняя кора. Въ наружныхъ частяхъ коры мы наталкиваемся на узкія полоски пробки и на мертвую побурѣвшую ткань, отдѣленную этими полосками.



Фиг. 47. Смоляной ходъ въ древесинѣ Pinus silvestris *i*— ходъ, наполненный смолой; *e*— окружающія его эпителіи; *a*— крахмалоносныя клѣтки; *t*— трахеиды; *m* — клѣтки сердцевиннаго луча. Увел 240.

Мы не упоминали до сихъ поръ о пучкахъ древесинной паренхимы, встрѣчаемыхъ на всякомъ поперечномъ разрѣзѣ и заключающихъ постоянно смоляные ходы (фиг. 47); послѣдніе на спиртовыхъ препаратахъ теряютъ свое смолистое содержимое. Поперечный разрѣзъ древесины пересѣкаетъ смоляныя поры поперегъ. Каждый изъ этихъ смоляныхъ ходовъ представляютъ собою межклѣтный ходъ (*i*), окруженный крупными тонкостѣнными клѣтками (эпителіальныя клѣтки); онѣ имѣютъ бурыя стѣнки и заключаютъ крупное ядро и стѣнкоположный слой протоплазмы. Къ нимъ примыкаетъ второй слой подобныхъ же клѣтокъ, нѣсколько сплющенныхъ и содержащихъ меньшее количество содержимаго; далѣе слѣдуетъ слой крупныхъ клѣтокъ древесинной паренхимы, содержащихъ крахмалъ (a); этотъ слой мѣстами

удваивается и граничитъ или съ трахеидами или съ сердцевиннымъ лучемъ. Исторія развитія показываетъ, что смоляные ходы образуются здѣсь шизогенно, т. е. вслѣдствіе расхожденія клѣтокъ, находившихся въ непосредственномъ соприкосновеніи.

Для сравненія сдѣлаемъ теперь разрѣзъ свѣжей сосновой древесины, и констатируемъ, что смоляные ходы наполнены смолою. Послѣдняя является на препаратахъ въ видѣ сильно преломляющихъ свѣтъ, тягучихъ капель, имѣющихъ часто неправильныя очертанія. Если прибавить немного алкоголя, то капельки смолы тотчасъ исчезаютъ. Мы можемъ получить характерное окрашиваніе смолы посредствомъ краснаго пигмента альканны [2]), которую мы употребляли уже для окрашиванія жира. Съ этой цѣлью сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ древесины сосны и помѣстимъ его въ каплю воды на предметное стеклышко; затѣмъ приготовимъ подобный-же тонкій разрѣзъ изъ корки сухаго корня альканны, удалимъ приставшія къ нему частицы и помѣстимъ его на прежній нашъ разрѣзъ сосновой древесины; далѣе покроемъ оба разрѣза покровнымъ стеклышкомъ, прибавимъ у края его каплю 50% алкоголя и оставимъ объектъ на нѣкоторое время ($^1/_2$ ч. — 1 ч.). По прошествіи этого времени, снявъ разрѣзъ корня альканны и изслѣдуя разрѣзъ нашей древесины, увидимъ, что смола окрасилась въ красивый темно-красный цвѣтъ, между тѣмъ какъ другія части препарата остались безцвѣтными.

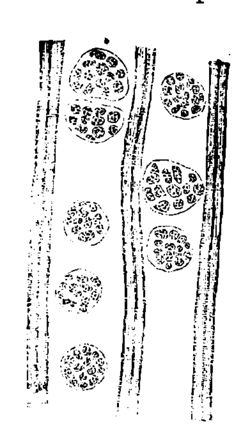
На поперечныхъ разрѣзахъ изъ спиртоваго матеріала, обработанныхъ хлор-цинк-іодомъ, стѣнки трахеидовъ окрашиваются въ желтобурый цвѣтъ, самые-же внутренніе слои утолщенія, прилегающіе къ граничной перепонкѣ, получаютъ отчасти фіолетовое окрашиваніе. Вблизи камбія, въ трахеидахъ, не достигшихъ еще полнаго развитія, легко наблюдать протоплазматическое содержимое и клѣточное ядро; также легко убѣдиться, что трахеиды, по достиженіи ими полнаго развитія, теряютъ свое содержимое. Камбій вмѣстѣ съ самими молодыми, прилегающими къ нему клѣтками, получилъ свѣтло-фіолетовое окрашиваніе; въ темно-фіолетовый цвѣтъ окрасились стѣнки болѣе старыхъ лубовыхъ элементовъ. Содержимое кристаллоносныхъ клѣтокъ осталось бурымъ; клѣтки перидермы кажутся теперь красно-бурыми; чрезвычайно тонкія внутреннія стѣнки клѣтокъ, окружающихъ смоляной ходъ, окрашиваются большей частью въ грязно-фіолетовый цвѣтъ. Тщательное изслѣдованіе показываетъ, что замыкающая перепонка односторонне-окаймленныхъ поръ окрашена въ фіолетовый цвѣтъ, между тѣмъ какъ такая-же перепонка двустороннихъ поръ остается безцвѣтной [3]). Если теперь мы примѣнимъ къ дѣлу изученныя нами раньше реакціи на древесинное вещество и станемъ изслѣдовать разрѣзы, захватившіе камбій, то легко убѣдимся, что, по мѣрѣ прибли-

женія къ камбію, реакціи эти постепенно слабѣютъ; также и кораллинъ, сообразно своимъ извѣстнымъ уже намъ свойствамъ, долженъ окрашивать одревеснѣвшія клѣтки, иначе, нежели неодревеснѣвшія. Въ самомъ дѣлѣ, погружая разрѣзы на нѣкоторое время въ кораллинъ-соду и изслѣдуя ихъ затѣмъ въ глицеринѣ, мы получимъ весьма красивыя и поучительныя картины; одревеснѣвшія оболочки окрашиваются въ интенсивный красный цвѣтъ, который по направленію къ камбію исчезаетъ и переходитъ въ слабо-желтый. Въ лубѣ клѣточныя стѣнки имѣютъ блѣдную, красновато-желтую окраску; въ интенсивный розовый цвѣтъ окрашены рѣшетчатыя пластинки, въ особенности тамъ, гдѣ онѣ покрыты мозолистымъ веществомъ.—Такъ какъ крахмальныя зерна также окрашиваются отъ кораллина въ розовый цвѣтъ, то въ наружныхъ частяхъ луба они выступаютъ необыкновенно рѣзко

Приготовимъ теперь радіальный разрѣзъ изъ спиртоваго матеріала Разрѣзъ этотъ показываетъ намъ древесину, состоящую изъ вытянутыхъ, на обоихъ концахъ заостренныхъ и этими концами соприкасающихся трахеидовъ, съ окаймленными порами. Видъ окаймленной поры плоскости уже намъ знакомъ. Въ самыхъ узкихъ осеннихъ трахеидахъ поры эти очень маленькія и немногочисленны. Поперегъ трахеидовъ проходятъ клѣтки сердцевинныхъ лучей; послѣдніе имѣютъ большею частью незначительную высоту, но встрѣчаются лучи высотою въ 16 клѣтокъ. Они состоятъ [4]) изъ вытянутыхъ радіально и расположенныхъ въ непрерывный рядъ клѣтокъ; клѣтки, лежащія посрединѣ, содержатъ крахмалъ и на сторонахъ, обращенныхъ къ трахеидамъ, снабжены крупными, плоскими, односторонне-окаймленными порами. Верхніе и нижніе ряды клѣтокъ (1—3) не заключаютъ содержимаго, снабжены маленькими окаймленными порами и своеобразными, имѣющими форму зубцовъ, полосками на тангентальныхъ стѣнкахъ Такіе ряды клѣтокъ могутъ встрѣчаться и въ средней части очень высокихъ сердцевинныхъ лучей. По своимъ порамъ и по отсутствію живаго содержимаго, клѣтки эти походятъ на древесинные трахеиды и на этомъ основаніи могли-бы быть даже названы трахеидами; но это названіе мы лучше сохранимъ исключительно для элементовъ, встрѣчающихся въ древесинной части сосудистыхъ пучковъ. Радіальный продольный разрѣзъ могъ захватить случайно пучокъ вторичной древесинной паренхимы и обнажить, лежащій въ немъ, смоляной ходъ; окружающія этотъ ходъ паренхиматическія клѣтки вдаются въ него въ видѣ сводовъ, ширина ихъ почти равна высотѣ, между тѣмъ какъ болѣе отдаленныя значительно выше. Въ самыхъ крупныхъ сердцевинныхъ лучахъ мы находимъ смоляной ходъ, проходящій горизонтально, и можемъ убѣдиться, что такіе горизонтальные смоляные ходы находятся въ соединеніи съ вертикальными. Камбій,

разсматриваемый въ профиль, обнаруживаетъ узкія, вытянутыя клѣтки, соприкасающіяся между собой болѣе или менѣе наклоненными конечными плоскостями; изъ нихъ образуются элементы древесины и луба; кромѣ того въ камбіѣ мы видимъ болѣе низкія и болѣе широкія клѣтки, которыя на обѣихъ сторонахъ переходятъ въ сердцевинные лучи.

Для изученія рѣшетчатыхъ поръ [5]) воспользуемся снова спиртовымъ матеріаломъ; приготовленные разрѣзы погрузимъ на нѣсколько минутъ въ водный растворъ анилиновой сини [6]) и затѣмъ перенесемъ ихъ въ глицеринъ; послѣдній извлекаетъ красящее вещество изъ всѣхъ частей разрѣза, за исключеніемъ только рѣшетчатыхъ поръ. Послѣ этого нѣтъ никакой возможности просмотрѣть подъ микроскопомъ рѣшетчатыя поры. Ихъ красивая синяя окраска на столько прочна, что отлично сохраняется въ препаратахъ Мы находимъ рѣшетчатыя поры уже въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ камбіемъ и можемъ прослѣдить ихъ до того мѣста, гдѣ рѣшетчатыя трубки являются раздавленными, и поры вслѣдствіе этого потеряли свое радіальное положеніе; впрочемъ рѣшетчатыя поры теряютъ раньше способность окрашиваться. Рѣшетчатыя трубки имѣютъ форму камбіальныхъ клѣтокъ. Рѣшетчатыя поры встрѣчаются только на ихъ радіальныхъ стѣнкахъ, подобно окаймленнымъ порамъ трахеидовъ. Рѣшетчатыя поры меньше окаймленныхъ; онѣ представляются въ видѣ круглыхъ или овальныхъ пятенъ, раздѣленныхъ на неопредѣленное число угловатыхъ, мелко-точечныхъ участковъ (фиг. 48). На нѣкоторомъ разстояніи отъ камбія рѣшетчатыя поры покрыты однороднымъ, окрашеннымъ въ блестящій лазуревый цвѣтъ, веществомъ Это—мозолистая пластинка; вслѣдствіи она снова растворяется, рѣшетчатая пора обнажается и теряетъ вообще способность окрашиваться; рѣшетчатыя трубки тогда уже недѣятельны. Не трудно убѣдиться, что дѣятельныя рѣшетчатыя трубки содержатъ протоплaсматическое содержимое, но весьма интересно то обстоятельство, что въ нихъ нѣтъ клѣточнаго ядра: оно изчезаетъ уже въ молодыхъ трубкахъ.

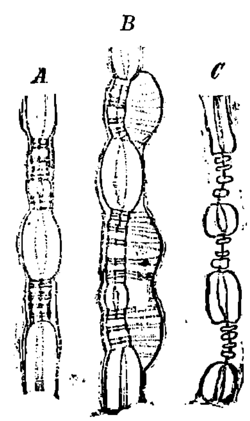


Фиг. 48. Pinus silvestris Части двухъ рѣшетчатыхъ трубокъ съ рѣшетчатыми порами. Увел. 540.

Кристаллоносные мѣшки луба отличаются на продольномъ разрѣзѣ своимъ бурымъ содержимымъ; они сравнительно коротки, примыкаютъ другъ къ другу преимущественно прямыми поперечными перегородками и образуются повидимому вслѣдствіе поперечнаго дѣленія камбіальныхъ клѣтокъ; они содержатъ многочисленные призматическіе кристаллы, распо-

ложенные одинъ подлѣ другаго и одинъ надъ другимъ. Кромѣ того замѣчаются еще крахмалоносныя клѣтки; онѣ короче кристаллоносныхъ, лежатъ другъ надъ другомъ въ видѣ нитей и нерѣдко вставлены между кристаллоносными клѣтками одиночно или длинными рядами; эти крахмалоносныя клѣтки впослѣдствiи значительно вздуваются. Переходъ сердцевинныхъ лучей изъ древесины въ лубъ наблюдать весьма легко; они сохраняютъ тамъ главныя черты своего строенiя, теряютъ однако свои характерныя поры. Внутреннiе крахмалоносные ряды клѣтокъ сопровождаются большею частью вверху и внизу клѣтками, лишенными крахмала; эти послѣднiя уже и выше крахмалоносныхъ клѣтокъ, теряютъ вскорѣ свое содержимое и спадаются. Всѣ элементы сердцевиннаго луча остаются въ лубѣ тонкостѣнными. Горизонтальные смолянные ходы внутри толстыхъ древесинныхъ лучей также переходятъ изъ древесины въ лубъ.

Тангентальный продольный разрѣзъ, который мы приготовимъ также изъ спиртоваго матерiала, долженъ быть сдѣланъ по меньшей мѣрѣ въ двухъ мѣстахъ: въ древесинѣ и въ лубѣ. Разрѣзъ древесины представляетъ намъ односторонне-заостренные на концахъ трахеиды; перерѣзанные поперегъ сердцевинные лучи имѣютъ веретенообразную форму, такъ какъ клѣтки ихъ съуживаются къ обоимъ концамъ. Самые низкiе сердцевинные лучи состоятъ приблизительно изъ трехъ клѣтокъ, большинство изъ 8 клѣтокъ, а высота нѣкоторыхъ изъ нихъ можетъ доходить до 20 клѣтокъ. Низкiе лучи всегда однослойны; болѣе высокiе бываютъ посрединѣ многослойны и заключаютъ тогда смоляной ходъ, перерѣзанный теперь поперегъ. Разрѣзъ можетъ коснуться и вертикальнаго смолянаго хода, который тогда представится въ въ такомъ видѣ, какъ на радiальномъ продольномъ разрѣзѣ. Получить разрѣзъ луба, отвѣчающiй поставленнымъ нами требованiямъ, не легко. Мы вынуждены сдѣлать большое число послѣдовательныхъ разрѣзовъ, начиная съ болѣе старыхъ участковъ луба, пока не достигнемъ молодаго дерева. Разрѣзы эти мы просмотримъ при слабомъ увеличенiи и отыщемъ такiе, которые содержатъ дѣятельныя рѣшетчатыя трубки. Для орiентированiя послужатъ намъ мозолистыя пластинки, которыя, въ видѣ прилегающихъ къ стѣн-



Фиг. 49. Pinus silvestris. Части стѣнокъ рѣшетчатой трубки послѣ обработки хлор-цинк-iодомъ. *A*—передъ образованiемъ мозолистой пластинки; *B* — послѣ ея образованiя; *C* — изъ недѣятельной рѣшетчатой трубки. Увел. 540.

камъ и сильно преломляющихъ свѣтъ утолщеній, легко бросаются въ глаза безъ всякаго окрашиванія и при слабомъ увеличеніи. Лучше всего изучать разрѣзы рѣшетчатыхъ поръ въ хлор-цинк-іодѣ, къ которому прибавлено равное количество, разбавленнаго пополамъ водою, раствора іода въ іодистомъ каліѣ. Рѣшетчатая пора имѣетъ здѣсь такой же видъ, какъ и на поперечномъ разрѣзѣ, только число разрѣзанныхъ поръ здѣсь больше и потому легче найти удачный разрѣзъ. Скорѣе всего можно найти такой разрѣзъ на кранхъ препарата. Рѣшетчатыя поры (фиг. 49, *A*) видны въ профиль въ разрѣзанной ножемъ радіальной стѣнкѣ рѣшетчатой трубки. Самыя стѣнки разбухли немного въ хлор-цинк-іодѣ и приняли фіолетовую окраску. Рѣшетчатая пора, если она принадлежала дѣятельной рѣшетчатой трубкѣ, окрашена въ красно-бурый цвѣтъ. Окрашиваніе это зависитъ отъ нитей протоплазмы, проникающихъ съ обѣихъ сторонъ въ отверстія рѣшетки; получается такая картина, какъ будто рѣшетчатая пора пронизана красно-бурыми шпильками (ср. фиг.). Мозолистыя пластинки (*B*) окрасились въ красно-бурый цвѣтъ, если только растворъ хлор-цинк-іода не былъ слишкомъ концентрированъ и не подѣйствовалъ растворяющимъ образомъ. Рѣшетчатыя поры недѣятельныхъ рѣшетчатыхъ трубокъ (*C*) кажутся свѣтло-фіолетовыми; протоплазматическія нити и мозолистыя пластинки въ нихъ исчезли.—Если такой тангентальный продольный разрѣзъ мы окрасимъ анилиновой синью и станемъ изслѣдовать его въ глицеринѣ, то намъ бросятся въ глаза блестящія синія мозолистыя пластинки. Мы легко можемъ прослѣдить наростаніе ихъ съ одной стороны и исчезновеніе — съ другой.*

Примѣчаніе къ X-му упражненію.

[1]) Sanio, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IX p. 51; E. Strasburger, Zellhäute, pag. 39.

[2]) По N. J. C. Müsler, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIII p. 140.

[3]) Russow, Bot. Centralbl. Bd. XIII, p. 140.

[4]) Подробности у de Bary, vergl. Anatomie 505.

[5]) Janczewski, Mém. de la soc. nat. de Cherbourg. Vol. XVIII, p. 260; E. Strasburger, Zellhaüte, p. 57, Russow, Dorp. naturf. Gesellsch. 17 Febr. 1882, p. 264.

[6]) K. Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates 1880, p. 36: Russow. Stzber. d. Dorp; naturf. Gesellsch. 1881, p. 63.

[7]) Kny, Anat. d. Holzes von Pinus silvestris Bot. Wandtafeln VI, Abthg.

XI. Упражненіе.

Строеніе ствола липы; биколлатеральные сосудистые пучки тыквенныхъ; рѣшетчатыя трубки.

Для дальнѣйшаго изслѣдованія мы избираемъ липу (Tilia parvifolia). На поперечномъ разрѣзѣ вѣтви толщиною въ 5 *mm*. мы видимъ сердцевину, состоящую изъ крупныхъ клѣтокъ, содержащихъ воздухъ и расположенныхъ въ видѣ розетокъ вокругъ одиночныхъ, болѣе узкихъ клѣтокъ, съ бурымъ, мелкозернистымъ содержимымъ. Въ наружныхъ частяхъ сердцевины лежатъ вмѣстилища гумми, образуя пустоты въ паренхиматической ткани, лишенныя уже содержимаго. По краямъ сердцевина состоитъ изъ маленькихъ клѣтокъ съ мелко-зернистымъ содержимымъ, и въ эту мелко-клѣтчатую ткань вдаются первичные древесинные участки сосудистыхъ пучковъ. Развертывающіеся спиральные сосуды этихъ участковъ замѣтны уже на поперечномъ разрѣзѣ по выступающимъ тамъ и сямъ лентамъ. На поперечномъ разрѣзѣ вѣтки въ 5 *mm*. толщиною мы насчитываемъ приблизительно пять годичныхъ колецъ, при чемъ можетъ случиться, что слѣдующія другъ за другомъ годичныя кольца имѣютъ различную толщину. Весною образуются крупные сосуды и, располагаясь тѣсно другъ подлѣ друга, обозначаютъ границу колецъ. Позже широкіе сосуды образуются одиночно или отдѣльными группами; въ послѣднихъ фазахъ періода развитія камбій образуетъ только узкіе элементы. По другую сторону камбія прежде всего бросаются въ глаза клинообразно заостренные участки луба; въ нихъ мы замѣчаемъ чередованіе тангентально расположенныхъ бѣлыхъ и темныхъ полосокъ. Блестящія бѣлыя полоски состоятъ изъ многочисленныхъ, плотно соединенныхъ лубовыхъ волоконъ, стѣнки которыхъ утолщаются почти до исчезновенія полости; полость каждой клѣтки представляется въ видѣ черной точки; полоски имѣютъ неправильныя очертанія и нерѣдко прерываются. Темныя полоски, лежащія между бѣлыми, состоятъ изъ узкихъ крахмалоносныхъ клѣтокъ, примыкающихъ преимущественно къ лубовымъ волокнамъ. Это лубовая паренхима; кромѣ того, по срединѣ полосокъ лежатъ элементы съ широкими полостями — рѣшетчатыя трубки. Маленькія клѣтки, лежащія подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ, суть сопровождающія клѣтки. Число вторичныхъ полосокъ, состоя-

щихъ изъ лубовыхъ волоконъ, вдвое больше числа годичныхъ колецъ въ древесинѣ За исключеніемъ двухъ первыхъ лѣтъ, ежегодно образуются двѣ такія полоски Наружный край разрѣза занятъ первичнымъ склеренхиматическимъ пучкомъ, не уклоняющимся отъ вторичныхъ лубовыхъ пучковъ. Первичные сердцевинные лучи въ древесинѣ состоятъ большей частью изъ двухъ рядовъ клѣтокъ, иногда изъ бóльшаго числа; вторичные сердцевинные лучи состоятъ всегда только изъ одного ряда. Мы можемъ прослѣдить сердцевинные лучи черезъ камбій вплоть до первичной коры, resp луба. Концы первичныхъ лучей значительно расширяются, раздѣляютъ клиновидные участки луба и сами имѣютъ форму клиньевъ, расположенныхъ въ обратномъ порядкѣ. Многочисленныя тангентальныя дѣленія происходящія въ этихъ концахъ сердцевинныхъ лучей, обусловили распредѣленіе клѣтокъ въ тангентальные ряды; наружные края сердцевинныхъ лучей и первичныя части луба погружены въ ярко-зеленую первичную кору; въ этой послѣдней, а также въ наружныхъ частяхъ сердцевинныхъ лучей разбросаны многочисленныя друзы кристалловъ. Далѣе кнаружи слѣдуютъ хлорофиллоносныя, колленхиматическія клѣтки, отличающіяся бѣлыми, утолщенными въ углахъ, стѣнками. Поверхность ствола покрыта правильно-развитой перидермой; плоскія, ея клѣтки, соотвѣтственно своему возрасту, т. е. изнутри кнаружи кажутся постепенно все болѣе и болѣе бурыми.

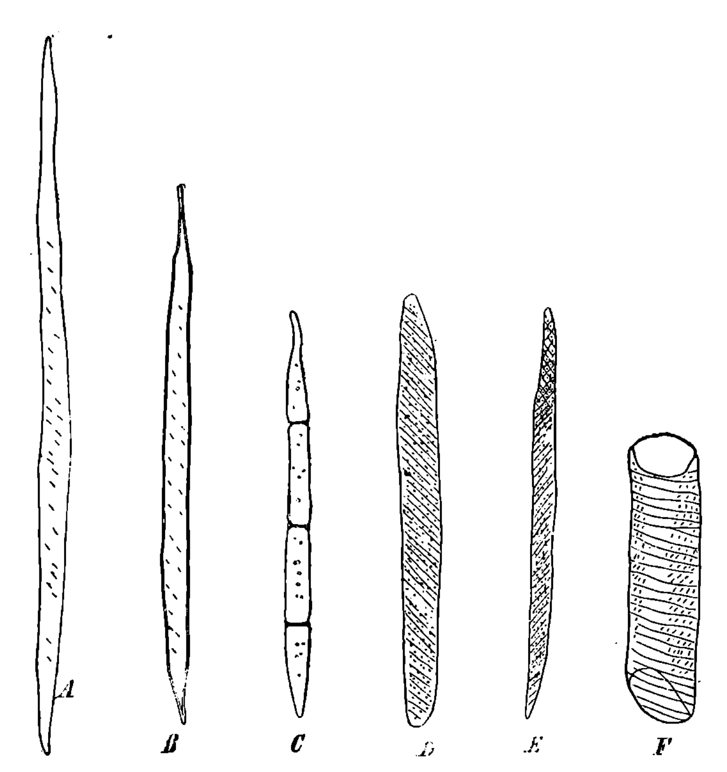
На радіальномъ продольномъ разрѣзѣ мы убѣждаемся, что сосуды вторичной древесины снабжены окаймленными порами и заключаютъ кромѣ того между порами спиральныя ленты, въ видѣ самаго внутренняго слоя утолщенія. Соприкасающіеся между собой концы сосудовъ раздѣлены косвенной перегородкой, продырявленной однимъ большимъ отверстіемъ. Кромѣ сосудовъ мы находимъ въ осеннемъ деревѣ трахеиды, связанные съ сосудами цѣлымъ рядомъ промежуточныхъ формъ; они утолщены, подобно сосудамъ, но на обоихъ концахъ заострены и замкнуты. Между сосудами и трахеидами лежатъ удлиненныя, заостренныя на концахъ «древесинныя волокна» (лубовидныя волокна), снабженныя немногочисленными, маленькими, слабо окаймленными порами; тутъ-же находимъ узкія клѣтки древесинной паренхимы, содержащія капельки масла и крахмалъ, съ простыми порами; клѣтки раздѣлены прямыми поперечными перегородками также пористыми. Древесинныя волокна длиннѣе трахеидовъ; они лишены содержимаго, содержатъ только воду и по своей физіологической функціи во всякомъ случаѣ близки къ трахеидамъ. Поры древесинныхъ волоконъ соединены съ полостью клѣтки узкой щелью; такія щели въ двухъ соприкасающихся клѣткахъ наклонены въ противоположныя стороны, а потому при средней установкѣ объектива мы видимъ маленькій крестъ. Въ этихъ

древесинныхъ волокнахъ, какъ во всѣхъ почти механическихъ элементахъ (стереидахъ), щелевидныя поры расположены по спиральной линiи, восходящей влѣво [1]). На стѣнкахъ сосудовъ крупныя поры развиваются въ большомъ числѣ только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ сосудъ граничитъ съ другимъ сосудомъ или съ трахеидомъ; стѣнки, соприкасающiяся съ древесинными волокнами, снабжены такими-же маленькими порами, какъ и эти волокна; тамъ, гдѣ сосудъ граничитъ съ клѣтками древесинной паренхимы, замѣчаются также своеобразныя измѣненiя въ строенiи поръ: поры являются окаймленными только на сторонѣ сосуда. Осеннiя древесинныя волокна особенно узки. Сердцевинные лучи проходятъ по древесинѣ въ видѣ поперечныхъ полосокъ значительной высоты; они состоятъ изъ прямоугольныхъ, радiально растянутыхъ клѣтокъ, содержащихъ крахмалъ и усѣянныхъ на тангентальныхъ своихъ стѣнкахъ множествомъ поръ. Въ лубѣ мы находимъ очень длинныя, сильно утолщенныя и заостренныя на концахъ, бѣлыя лубовыя волокна; между пучками этихъ волоконъ короткiя, раздѣленныя поперечными перегородками, паренхиматическiя клѣтки, содержащiя крахмалъ и мѣстами также призматическiе кристаллы; далѣе рѣшетчатыя трубки, сѣтовидныя пластинки которыхъ, занимая наклонное положенiе, раздѣлены поперечными перекладинами на многочисленные участки. Кромѣ того, нѣкоторый интересъ представляетъ колленхима и пробка; впрочемъ, въ виду того, что ширина колленхиматическихъ и пробковыхъ клѣтокъ равна ихъ высотѣ, продольный ихъ разрѣзъ схожъ во всѣхъ отношенiяхъ съ разрѣзомъ поперечнымъ.

Тангентальный продольный разрѣзъ подтверждаетъ нашъ выводъ относительно значительной высоты отдѣльныхъ сердцевинныхъ лучей, сдѣланный нами при изученiи радiальнаго разрѣза. Сердцевинные лучи или однослойны, или посрединѣ состоятъ изъ двухъ слоевъ; въ остальномъ мы находимъ здѣсь тѣ-же элементы, какъ и на радiальномъ разрѣзѣ.

Послѣ изученiя продольныхъ разрѣзовъ, вернемся снова къ разрѣзу поперечному; намъ будетъ теперь легко понять строенiе древесины. Главная масса древесины состоитъ изъ древесинныхъ волоконъ; въ осеннемъ деревѣ встрѣчаются лишь эти волокна, при чемъ они представляются болѣе плоскими. Поры древесинныхъ волоконъ трудно поддаются наблюденiю; у основанiя онѣ окаймлены. Сосуды и трахеиды мы узнаемъ по ихъ окаймленнымъ порамъ, которыя особенно многочисленны въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эти элементы соприкасаются другъ съ другомъ; на поперечномъ разрѣзѣ нельзя провести рѣзкой границы между сосудами и трахеидами. Клѣтки древесинной паренхимы отличаются незначительной шириной; онѣ располагаются преимущественно вокругъ сосудовъ, но встрѣчаются оди-

ночно между другими элементами. Древесинную паренхиму можно узнать по содержанію въ ней крахмала (реакція на іодъ), но только на толстыхъ мѣстахъ разрѣза, такъ какъ на тонкихъ



Фиг 50. Tilia parvifolia. Элементы вторичной древесины и луба, изолированные посредствомъ мацераціи. *A* и *B*—древесинныя волокна (лубовидныя волокна или либриформъ); *C*—древесинная паренхима; *D* и *E*—трахеиды; *F*—части сосуда; *G*—лубовое волокно. Увел. 180.

мѣстахъ крахмальныя зерна переносятся бритвой и на другія клѣтки.

Хлор-цинк-іодъ окрашиваетъ древесинные участки въ желто-бурый цвѣтъ, камбій — въ фіолетовый; въ лубѣ замѣчается чередованіе фіолетовыхъ тонкостѣнныхъ участковъ съ блѣдно желтыми толстостѣнными лубовыми волокнами; удлиненные сердцевинные лучи и первичная кора принимаютъ фіолетовую окраску, пробка становится красно-бурой.

Кораллинъ окрашиваетъ древесину въ вишнево-красный цвѣтъ, лубовыя волокна—въ красивый розово-

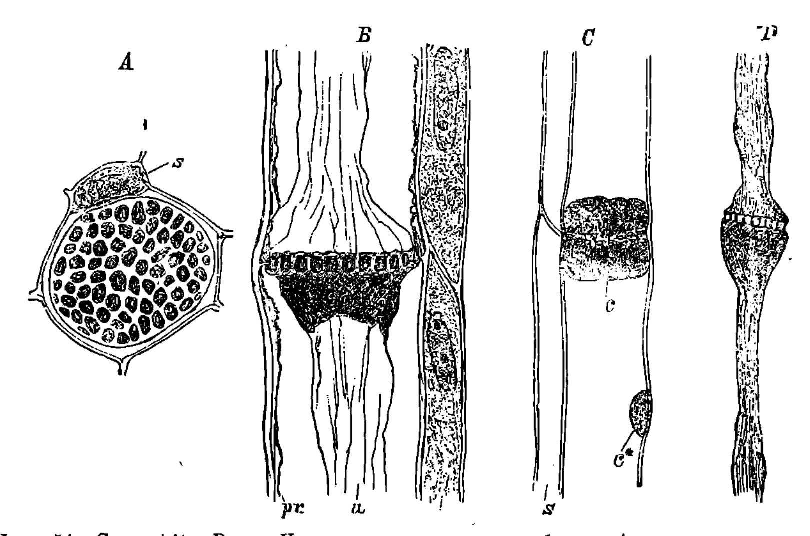
красный цвѣтъ. Рѣшетчатыя пластинки, окрашенныя въ рыжеватый цвѣтъ, рѣзко выдѣляются и на поперечномъ разрѣзѣ.

Въ виду тѣхъ трудностей, которыя представляетъ изученіе вторичной древесины, мы примѣнимъ къ дѣлу мацерацію и будемъ наблюдать элементы изолированными. Мы поступимъ также, какъ и съ Aristolochia (стр. 107) и постараемся расщеплять мацерированный разрѣзъ помощью иголокъ. Мы найдемъ въ такихъ препаратахъ цѣлыя массы древесинныхъ волоконъ (фиг. 50, *A* и *B*); поры ихъ, вслѣдствіе разбуханія стѣнокъ, кажутся еще меньше; онѣ щелевидны и расположены по косо-восходящей линіи. Между древесинными волокнами лежатъ короткія паренхиматическія клѣтки, отличающіяся своимъ содержимымъ; онѣ или одиночны, или бо̀льшею частью соединены въ нити, по внѣшнему очертанію похожія на древесинныя волокна (*C*); далѣе находимъ немногочисленные трахеиды, снабженные спиральными лентами и по формѣ представляющіе сходство или съ древесинными волокнами (*E*), или съ сосудами (*D*); наконецъ, находимъ сосуды, или распавшіеся на членики (*F*), или въ видѣ длинныхъ трубокъ. Мы замѣчаемъ также въ препаратѣ очень длинныя лубовыя волокна, съ чрезвычайно узкимъ просвѣтомъ (*G*). Внимательное изученіе трахеидовъ и сосудовъ убѣждаетъ насъ въ томъ, что щелевидныя отверстія поръ и спиральныя ленты наклонены въ противоположныя стороны; въ болѣе широкихъ сосудахъ отверстія поръ наклонены болѣе отвѣсно, чѣмъ спиральныя ленты; въ узкихъ трахеидахъ наклонъ ихъ почти одинаковъ. Какъ было уже сказано, трахеиды могутъ представлять большое сходство съ сосудами. И въ самомъ дѣлѣ, едва-ли можно найти различіе между самыми широкими трахеидами и самими узкими сосудами. Рѣшающее значеніе въ отдѣльныхъ случаяхъ могло-бы имѣть то обстоятельство, продыравленъ-ли данный элементъ на своихъ концахъ, или нѣтъ. Въ виду того однако, что рѣшеніе подобнаго вопроса часто представляетъ большія трудности мы оставимъ его безъ дальнѣйшаго разсмотрѣнія. Фактически рѣшеніе этого вопроса не имѣетъ особеннаго значенія потому, что между сосудами и трахеидами существуютъ переходныя формы, какъ мы убѣдились на нашемъ примѣрѣ. Называя данную форму тѣмъ или другимъ именемъ, мы руководствовались внѣшней ея формою и въ сомнительныхъ случаяхъ называли трубчатыя формы—сосудами, волокнистыя—трахеидами.

У всѣхъ почти представителей семейства тыквенныхъ, изъ которыхъ мы возьмемъ для изслѣдованія Cucurbita Pepo, сосудистые пучки имѣютъ двѣ лубовыя части: одну на внѣшней, другую на внутренней сторонѣ древесины. Эти пучки построены биколлатерально. Наружный участокъ луба отдѣленъ отъ древесины камбіемъ, внутренній непосредственно къ ней приле-

гаетъ. Желая найти вполнѣ развитые сосудистые пучки, мы должны изслѣдовать стебли, толщиною по меньшей мѣрѣ въ 8 *mm.*, слѣдовательно, такіе участки, которые лежатъ приблизительно на растояніи $^1/_2$ метра отъ точки роста; въ участкахъ стебля, имѣющихъ 5—6 *mm.* толщины и лежащихъ, слѣдовательно, ближе къ точкѣ роста, самые большіе сосуды еще не готовы. Мы будемъ изслѣдовать прежде всего спиртовый матеріалъ въ виду представляемыхъ имъ удобствъ. Сосудистый пучекъ не имѣетъ влагалища и не отграниченъ рѣзко отъ окружающей основной ткани. Можно впрочемъ получить лучше очерченныя картины, подвергая разрѣзы непродолжительному дѣйствію анилиновой сини и изслѣдуя ихъ затѣмъ въ глицеринѣ. Части сосудистаго пучка окрашиваются при этомъ темнѣе основной ткани. Если не обращать вниманія на внутреннія части луба, то получаемая здѣсь картина столь близка къ знакомымъ уже намъ пучкамъ двудольныхъ, какъ у Ranunculus и Chelidonium, что разобраться въ ней намъ будетъ не трудно. Разсмотримъ прежде всего поперечный разрѣзъ вполнѣ развитаго сосудистаго пучка съ готовыми уже сосудами и постараемся найти нормальный случай, когда пучокъ заключаетъ два самые большіе сосуда. Сосуды эти принадлежатъ къ числу широчайшихъ изъ извѣстныхъ намъ сосудовъ вообще. Между ними лежатъ довольно широкія, бо̀льшею частью радіально растянутыя, клѣтки первичной древесинной паренхимы. Ихъ стѣнки утолщены такъ же сильно, какъ и стѣнки сосудовъ, и утолщеніе явственно сѣтчатое. Далѣе внутрь слѣдуетъ сосуды; поперечникъ которыхъ становится постепенно все меньше и меньше. Между этими сосудами лежитъ тонкостѣнная первичная древесинная паренхима, продолжающаяся дальше самыхъ внутреннихъ сосудовъ; къ ней, наконецъ, примыкаетъ внутренній участокъ луба, состоящій изъ широкихъ рѣшетчатыхъ трубокъ, узкихъ сопровождающихъ клѣтокъ и нѣсколько болѣе широкихъ клѣтокъ лубовой паренхимы. Здѣсь часто представляется случай наблюдать сверху поперечно-расположенныя рѣшетчатыя пластинки (фиг. 51, *A*). Сопровождающія клѣтки (*s*), благодаря окрашенному въ темно-синій цвѣтъ содержимому, выступаютъ особенно рѣзко. На внѣшней сторонѣ древесины видны тонкостѣнныя, радіально расположенныя камбіальныя клѣтки, слѣдующія непосредственно за обоими крупными сосудами и лежащей между послѣдними толстостѣнной древесинной паренхимой. Затѣмъ слѣдуетъ внѣшняя лубовая часть, имѣющая такое же строеніе, какъ и внутренняя. Въ обѣихъ лубовыхъ частяхъ рѣшетчатыя пластинки (если таковыя захвачены разрѣзомъ) легко узнаются, благодаря тому, что онѣ раздѣлены на участки. Смотря по стадіи развитія рѣшетчатой пластинки, участки эти продырявлены бо̀льшей или меньшей величины отверстіями. Въ болѣе старыхъ рѣшет-

чатыхъ трубкахъ отверстія уже и выстланы сильно преломляющимъ свѣтъ веществомъ (такъ въ *A*, фиг. 51). Часто рѣшетчатая пластинка покрыта комкомъ вещества, окрашеннаго въ фіолетово-синій цвѣтъ. Въ узкихъ рѣшетчатыхъ трубкахъ, лежащихъ на краяхъ (наружнемъ и внутреннемъ) сосудистаго пучка, разрѣзъ отдѣляетъ нерѣдко мозолистую пластинку, имѣющую видъ однородной массы, красиваго небесно синяго цвѣта. Производя болѣе глубокую установку такой мозолистой пластинки, мы можемъ доказать существованіе въ ней сѣти, принадлежащей рѣшетчатой пластинкѣ. Разсматривая поперечный разрѣзъ



Фиг. 51. Cucurbita Pepo. Части рѣшетчатыхъ трубокъ. *A*—въ поперечномъ разрѣзѣ, *B*—*D*—въ продольномъ разрѣзѣ. *A*—рѣшетчатая пластинка сверху. *B* и *C*—части двухъ соприкасающихся рѣшетчатыхъ трубокъ. *D*—соединенныя части слизистыхъ пучковъ двухъ трубокъ послѣ обработки сѣрной кислотой. *s*—сопровождающія клѣтки; *u*—слизистый пучокъ; *pr*—протоплазматическій мѣшечекъ; *c*—мозолистая пластинка; *c**—маленькая односторонняя мозолистая пластинка боковой рѣшетки. Увел. 540.

при слабомъ увеличеніи, мы видимъ, что сосудистые пучки расположены двумя кольцами, по пяти пучковъ въ каждомъ кольцѣ. Пучки наружнаго кольца лежатъ подъ выдающимися ребрами стебля, пучки внутренняго кольца чередуются съ наружными. Защиту внутреннихъ тканей стебля принимаетъ на себя кольцо склеренхиматическихъ волоконъ, элементы котораго окрасились гораздо темнѣе крупныхъ клѣтокъ основной ткани. Кнаружи отъ него лежитъ хлорофиллоносная паренхима коры и далѣе типически развитая, мѣстами прерванная, блестяще-бѣлая колленхима. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ колленхима прервана, паренхима

коры доходитъ до эпидермиса, который, въ свою очередь, несетъ въ этихъ мѣстахъ устьица. Стебель внутри полый; поперечные разрѣзы стеблей, толщиною отъ 5—6 *mm.*, показываютъ намъ большіе сосуды и лежащіе между ними элементы въ періодѣ ихъ развитія. Случается нерѣдко, что изъ двухъ самыхъ большихъ сосудовъ одинъ не развивается; тогда другой достигаетъ колоссальнаго размѣра. Въ иныхъ случаяхъ оба сосуда недоразвиваются; наконецъ, бываютъ и такіе случаи, когда оба развиваются и оба достигаютъ колоссальной величины.

Радіальные продольные разрѣзы, правильно прошедшіе черезъ сосудистые пучки, показываютъ намъ, что самые узкіе сосуды суть спиральные и кольчатые; болѣе широкіе — точечные съ кольцеобразными поперечными діафрагмами. Оба большіе сосуда имѣютъ стѣнки неправильно-сѣтчато утолщенныя, и въ петляхъ этой сѣти лежатъ многочисленныя поры. Нерѣдко получаются продольные разрѣзы, заключающіе большіе сосуды съ цѣльными еще поперечными перегородками; въ клѣткахъ такого сосуда замѣчается тогда тонкій стѣнкоположный слой протоплазмы и клѣточное ядро; нѣкоторыя поперечныя перегородки здѣсь уже разбухли посрединѣ и представляются въ видѣ двояковыпуклыхъ чечевицъ. На продольныхъ разрѣзахъ изъ сосѣдняго, болѣе взрослаго участка стебля мы видимъ, что въ мѣстахъ, гдѣ были поперечныя перегородки остались лишь узкія кольца, прикрѣпленныя къ боковымъ стѣнкамъ сосуда; протоплазматическое содержимое клѣтокъ, а также и ядра — изчезли. Тонкостѣнная ткань между узкими сосудами состоитъ изъ удлиненныхъ и раздѣленныхъ поперечными перегородками паренхиматическихъ клѣтокъ—это первичная тонкостѣнная древесинная паренхима. Сильнѣе утолщенныя клѣтки между большими сосудами усѣяны многочисленными плоскими порами; ихъ поперечныя перегородки также имѣютъ поры; клѣтки эти принадлежатъ къ толстостѣнной первичной древесинной паренхимѣ. Характерной особѐнностью этихъ клѣтокъ является волнистость ихъ перегородокъ, упирающихся перпендикулярно въ сосуды. Въ этихъ клѣткахъ древесинной паренхимы замѣчается протоплазматическій мѣшечекъ и ядро. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ сосуды соприкасаются другъ съ другомъ, поры ихъ окаймлены съ обѣихъ сторонъ; напротивъ, въ мѣстахъ, гдѣ они граничатъ съ древесинной паренхимой, поры окаймлены только съ одной стороны, обращенной къ сосудистому пучку.

На продольныхъ разрѣзахъ мы можемъ съ большимъ удобствомъ изучить рѣшетчатыя трубки, достигающія здѣсь весьма значительной ширины [2]) (фиг. 51, *B*). Съ этой цѣлью погрузимъ продольные разрѣзы въ анилиновую синь, а затѣмъ бу-

демъ наблюдать ихъ въ глицеринѣ. Послѣ продолжительнаго пребыванія въ глицеринѣ, клѣточныя оболочки теряютъ свою окраску болѣе или менѣе совершенно, между тѣмъ содержимое рѣшетчатыхъ трубокъ удерживаетъ красящее вещество. Почти всѣ рѣшетчатыя пластинки прямыя, только нѣкоторыя имѣютъ наклонное положеніе; большинство изъ нихъ покрыто сильно преломляющимъ свѣтъ мозолистымъ веществомъ и, благодаря этому, имѣетъ значительную толщину (фиг. *B*); это обстоятельство даетъ возможность узнать ихъ даже при слабомъ увеличеніи. Въ препаратахъ, окрашенныхъ анилиновой синью, рѣшетчатыя пластинки принимаютъ голубую окраску. Внутри рѣшетчатыхъ трубокъ, заключающихъ рѣшетчатыя пластинки, мы замѣчаемъ стянутый мѣшечковидный осевой пучекъ (*u*); это пучекъ слизи, который, расширяясь на своихъ концахъ, покрываетъ совершенно рѣшетчатыя пластинки; онъ окрашенъ въ индиго синій цвѣтъ. Концы пучка, прилегающіе къ рѣшетчатымъ пластинкамъ, плотнѣе выполнены содержимымъ и образуютъ такъ называемыя головки мѣшечка (срав *B*). Такое скопленіе содержимаго замѣчается или на обоихъ концахъ рѣшетчатой трубки, или только на одномъ верхнемъ. Кромѣ осеваго мѣшечка, въ рѣшетчатой трубкѣ, при внимательномъ наблюденіи, замѣчается тонкій стѣнкоположный слой протоплазмы (*pr*); слой этотъ можетъ быть чрезвычайно тонокъ и плотно прилегаетъ къ стѣнкамъ рѣшетчатой трубки. Клѣточнаго ядра не существуетъ. Часто въ болѣе молодыхъ рѣшетчатыхъ трубкахъ мы видимъ, что слизистый пучокъ даетъ пузыревидные или червеобразные отростки, проникающіе черезъ отверстія рѣшетчатой пластинки изъ одной трубки въ другую. На болѣе старыхъ рѣшетчатыхъ пластинкахъ такихъ отростковъ мы болѣе не замѣчаемъ; мозолистое вещество увеличилось въ объемѣ, и участки рѣшетки съужены; черезъ съуженныя отверстія слизистое содержимое одной рѣшетчатой трубки соединяется съ содержимымъ другой (въ *B*). На внѣшнемъ и на внутреннемъ краю сосудистаго пучка, подобно тому, какъ и на поперечномъ разрѣзѣ, видны рѣшетчатыя пластинки, покрытыя мозолистыми пластинками (фиг. 51, *C*) Эти мозолистыя пластинки кажутся очень яркими и окрашены въ небесно-синій цвѣтъ; въ срединѣ мозолистой пластинки замѣтна болѣе или менѣе явственно рѣшетчатая пластинка; такимъ образомъ мозолистая пластинка состоитъ здѣсь изъ двухъ половинокъ, принадлежащихъ двумъ сосѣднимъ рѣшетчатымъ трубкамъ и соединенныхъ отверстіями въ рѣшетчатой пластинкѣ. Въ мозолистой пластинкѣ часто замѣчается нѣжная перпендикулярная полосатость, при чемъ полоски пересѣкаютъ отверстія рѣшетчатой пластинки и обозначаютъ такимъ образомъ поровые каналы. Въ мѣстахъ, гдѣ двѣ рѣшетчатыя трубки соприкасаются между собой боковыми сво-

ими сторонами, на общей стѣнкѣ появляются маленькіе рѣшетчатые участки. Они впослѣдствіи получаютъ мозолистую пластинку, или съ одной стороны (c*), или съ обѣихъ сторонъ и вслѣдствіе этого становятся болѣе замѣтными. Подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ, уступая имъ значительно въ длинѣ, расположены сопровождающія клѣтки (s); онѣ богаты протопласматическимъ содержимымъ и содержатъ клѣточное ядро. Между рѣшетчатыми трубками и сопровождающими клѣтками видны многочисленныя, поперечно растянутыя поры. Рѣшетчатыя трубки, находящіяся въ періодѣ развитія, заключаютъ капельки слизи окрашенныя въ индиго-синій цвѣтъ; капельки эти сливаются для образованія слизистаго пучка. Весьма поучительно подвергнуть продольный разрѣзъ изъ спиртоваго матеріала обработкѣ концентрированной сѣрной кислотой; стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ и рѣшетчатыя пластинки растворяются, слизистыя массы, напротивъ, сохраняются, и мы получаемъ препараты, подобные изображенному на фиг. 51, *D* Они демонстрируютъ превосходно сообщеніе между рѣшетчатыми трубками, соприкасающимися своими концами. Препараты эти можно обмыть, прибавляя у одного края покровнаго стеклышка воду и высасывая ее у другаго края помощью пропускной бумаги, а затѣмъ окрасить ихъ анилиновой синью.

Для сравненія необходимо сдѣлать нѣсколько продольныхъ разрѣзовъ изъ свѣжаго матеріала; рѣшетчатыя пластинки здѣсь столь-же явственны, какъ и на препаратахъ изъ спиртоваго матеріала. Скопленія слизи на рѣшетчатыхъ пластинкахъ также видны хорошо. Мы не находимъ здѣсь однако слизистаго пучка, отставшаго отъ боковыхъ стѣнокъ трубки, а потому это явленіе есть результатъ дѣйствія спирта.

Примѣчаніе къ XI-му упражненію.

1) Срав. Schwendener, das mech. Princip, pag. 8.

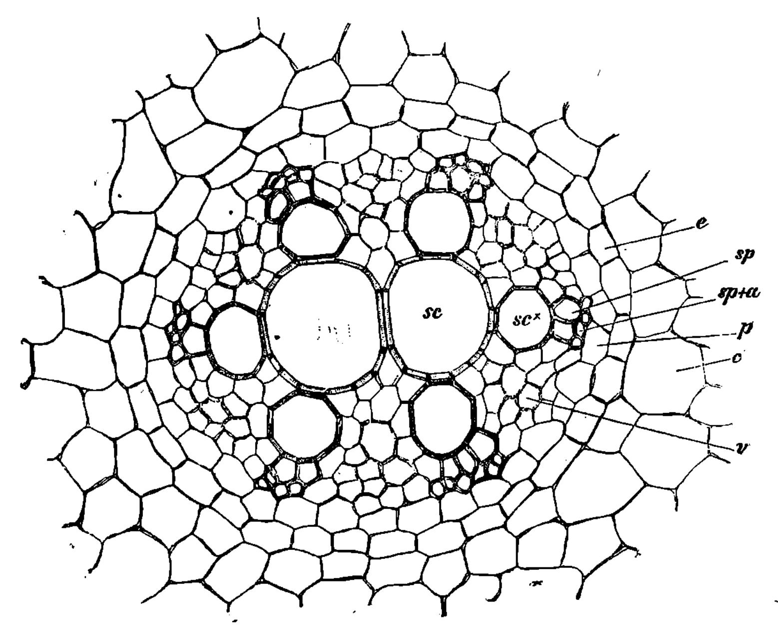
2) Срав. въ особенности de Bary, Vergl. Anat. p. 179; K. Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss des Siebröhren-Apparates dicotyler Pflanzen; E. v. Janczewski, Etudes comparées sur les tubes cribreux, Mém. de la soc. nat. des sc. nat. de Cherbourg T. XXIII; Russow, Stzber. der Dorp. naturf. Gesellsch., Jahr. 1881 u. 1882.

XII. Упражненiе.

Осевой цилиндръ сосудистыхъ пучковъ и вторичный ростъ въ толщину корней.

Строенiе осеваго цилиндра сосудистыхъ пучковъ корней [1]) мы станемъ изучать прежде всего на корняхъ обыкновеннаго лука, Allium Cepa. Мы можемъ заготовить обильный матерiалъ для изслѣдованiя во всякое время, заставляя луковицы проростать въ водѣ, въ сосудахъ, служащихъ для выращиванiя гiацинтовъ. — Фиг. 52 представляетъ поперечный разрѣзъ, сдѣланный у основанiя сильнаго придаточнаго корня. Эпидермисъ и сильно развитая коровая ткань не изображены на рисункѣ, видны только клѣтки коры, прилегающiе къ «эндодермѣ» (*e*). Въ эндодермѣ (*e*), на радiальныхъ ея стѣнкахъ мы замѣчаемъ весьма характерную темную тѣнь; тѣнь эта обусловливается волнистыми изгибами средней части стѣнки. Эндодерма всегда однослойна, и мы встрѣчали ее уже на окружности сосудистыхъ пучковъ въ листѣ Iris, изъ чего мы вправѣ заключить, что эндодерма свойственна не исключительно только корнямъ. Средину цилиндра сосудистыхъ пучковъ занимаютъ въ этомъ случаѣ два большiе лѣстничные сосуда (*sc*); въ иныхъ случаяхъ впрочемъ мы находимъ или одинъ только такой сосудъ или, напротивъ, бо̀льшее ихъ число. Если корень недостаточно старъ, то центральные, а иногда и сосѣднiе съ ними сосуды являются тонкостѣнными, не вполнѣ развитыми. Къ центральнымъ, resp. одному центральному сосуду, примыкаютъ почти всегда шесть лѣстничныхъ, болѣе узкихъ сосудовъ (*sc*×); за ними слѣдуетъ группа совсѣмъ узкихъ спиральныхъ и кольчатыхъ сосудовъ (*sp*, *sp*×*a*). Величина сосудовъ уменьшается постепенно кнаружи, а спиральные и кольчатые сосуды лежатъ здѣсь на внѣшнемъ краѣ. Такимъ образомъ вь корнѣ мы находимъ противоположное стеблю соотношенiе; произошло измѣненiе положенiя древесины на 180°. Участки древесины расположены въ этомъ случаѣ въ видѣ звѣзды съ 6-ю лучами, и такой осевой цилиндръ получаетъ названiе гексархнаго. Съ этими участками древесины чередуются участки луба (*v*) и это чередованiе является обстоятельствомъ, характернымъ для осевыхъ цилиндровъ всѣхъ корней. Участки луба и участки древесины отдѣлены съ боковъ другъ отъ друга слоями паренхиматической основной ткани. Лубовые участки

отличаются бѣлыми блестящими стѣнками клѣтокъ; они состоятъ изъ нѣсколькихъ рѣшетчатыхъ трубокъ и сопровождающихъ клѣтокъ, различать которыя на поперечномъ разрѣзѣ довольно затруднительно. Сосуды и лубъ отдѣляются отъ эндодермы простымъ слоемъ клѣтокъ — перикамбіемъ (*p*). Въ концентрированной сѣрной кислотѣ весь разрѣзъ растворяется, за исключеніемъ лишь эпидермиса и прилегающихъ къ нему слоевъ, а также эндодермы и сосудовъ; послѣдніе окрасились въ красивый желтый цвѣтъ. Въ эндодермѣ, измѣнившей отчасти свое положеніе при дѣйствіи сѣрной кислоты, мы видимъ теперь волнистую

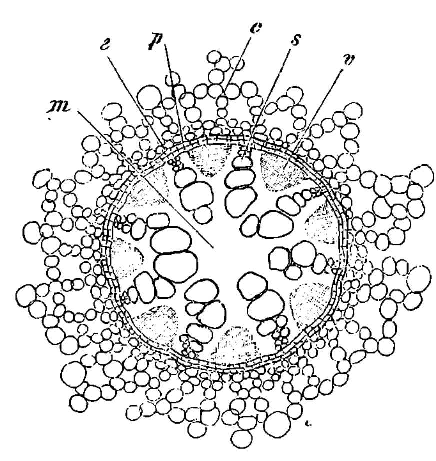


Фиг. 52. Поперечный разрѣзъ изъ основанія крѣпкаго придаточнаго корня Allium Cepa. *c*—кора; *e*—эндодерма; *p*—перикамбій; *a*—кольчатые сосуды; *sp*—спиральные сосуды; *sc* и *sc*$^{\times}$—лѣстничные сосуды; *v*—лубовой участокъ. Увел. 240.

срединную ленту въ радіальныхъ стѣнкахъ ея клѣтокъ. Такое же точно явленіе наблюдается въ самомъ наружномъ слоѣ коры, примыкающемъ къ эпидермису, и, разсматривая прежніе препараты, мы убѣждаемся, что и тамъ радіальныя стѣнки имѣютъ черную тѣнь; клѣтки этого наружнаго слоя прочно соединены между собой и образуютъ нѣкоторымъ образомъ наружную эндодерму, называемую иначе эпидермоидальнымъ слоемъ [2]). Продольный разрѣзъ показываетъ намъ сосуды съ ихъ указанными уже

утолщеніями, и при помощи кораллина мы можемъ сдѣлать явственными рѣшетчатыя пластинки рѣшетчатыхъ трубокъ, принимающія розово-красное окрашиваніе. Сопровождающія клѣтки отличаются теперь отъ рѣшетчатыхъ трубокъ бо́льшимъ количествомъ содержимаго и меньшей длиною. Волнистость средней полосы радіальныхъ стѣнокъ эндодермы, разсматриваемая съ поверхности, представляется въ видѣ лѣстничнаго утолщенія. Клѣтки перикамбія имѣютъ такой-же видъ, какъ и клѣтки эндодермы, только длина ихъ больше. Замѣчательно то, что внутренняя эндодерма (ядерное влагалище) жадно поглощаетъ кораллинъ, между тѣмъ какъ внѣшняя эндодерма, напротивъ, остается безцвѣтной и этимъ отличается отъ сосѣднихъ тканей.

Для дальнѣйшаго изслѣдованія послужитъ намъ корень Acorus Calamus. На поперечномъ разрѣзѣ вполнѣ развитаго корня (фиг. 53) мы видимъ, что лучи, состоящіе изъ сосудовъ (*s*) (древесинныя части сосудистаго пучка), не соприкасаются между собою въ центрѣ осеваго цилиндра. Лучи эти, большею частью въ числѣ 8, располагаются въ видѣ кольца, средина котораго занята сердцевиной. Крупные сосуды лежатъ, какъ и у Allium, ближе къ центру, мелкіе — ближе къ периферіи. Участки луба (*v*) чередуются, по обыкновенію, съ группами сосудовъ; они отдѣлены съ боковъ другъ отъ друга простымъ или двойнымъ слоемъ паренхиматическихъ клѣтокъ основной ткани, а снаружи отъ эндодермы (*e*)—однослойнымъ перикамбіемъ (*p*) Эндодерма состоитъ изъ плоскихъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ. Эндодерма, перикамбій и вся основная ткань въ цилиндрѣ сосудистыхъ пучковъ плотно набиты крахмаломъ; поэтому

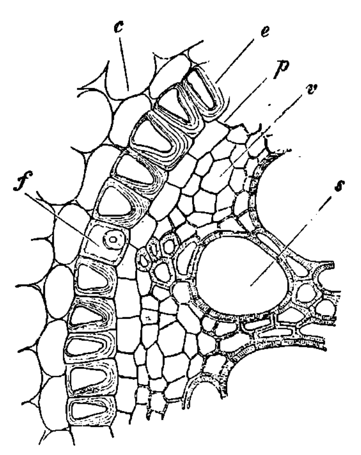


Фиг. 53. Поперечный разрѣзъ корня Acorus Calamus. *m* — сердцевина; *s* — участки древесины; *v* — участки луба; *p* - перикамбій; *e*—эндодерма; *c*—кора. Увел. 90.

лишенные крахмала участки луба являются на разрѣзѣ особенно свѣтлыми. Клѣтки внутренней коры раздѣлены многочисленными воздушными каналами на однорядные слои. На периферіи коровыя клѣтки сближаются тѣснѣе и образуютъ прочный многорядный слой; самый наружный гиподермальный слой коры состоитъ изъ радіально растянутыхъ клѣтокъ и образуетъ здѣсь, какъ и въ другихъ корняхъ, наружную эндодерму, сохраняющуюся въ то время, когда эпидермисъ отмираетъ и разрушается. При

прибавленіи ѣдкаго кали крахмалъ исчезаетъ изъ клѣтокъ, и тогда легко убѣдиться въ существованіи черныхъ тѣней на радіальныхъ стѣнкахъ эндодермъ. Обработка разрѣза сѣрной кислотой показываетъ, что во внутренней эндодермѣ кутинизирована лишь полоса, образующая тѣнь, въ наружной эндодермѣ, напротивъ, кутинизирована вся наружная стѣнка. Клѣтки наружной эндодермы заключаютъ смолу. Обѣ эндодермы имѣютъ механическое значеніе: онѣ служатъ для защиты поверхности корня и осеваго цилиндра сосудистыхъ пучковъ; благодаря опробкованію, онѣ обладаютъ ничтожной растяжимостью и весьма значительною прочностью. Для того чтобы обмѣнъ жидкости между осевымъ цилиндромъ и корой былъ возможенъ, въ клѣткахъ внутренней эндодермы опробкованы преимущественно радіальныя стѣнки [3]).

Поперечный разрѣзъ корня Iris florentina представляетъ полнѣйшее сходство съ Acorus въ строеніи осеваго цилиндра сосудистыхъ пучковъ; напротивъ того, эндодерма построена здѣсь иначе (фиг. 54). Клѣтки ея (*e*) утолщены съ одной стороны, именно съ внутренней въ видѣ буквы **U**, и утолщенія прекрасно слоисты. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно замѣтить отдѣльныя неутолщенныя клѣтки, и легко убѣдиться, что каждая такая неутолщенная клѣтка (*f*), разъ она существуетъ,—лежитъ всегда противъ группы сосудовъ. Эти клѣтки носятъ названіе проходныхъ клѣтокъ (Durchgangszellen) ([4]) и облегчаютъ сообщеніе съ окружающей корой (*c*). Въ концентрированной сѣрной кислотѣ слои утолщенія эндодермы разбухаютъ и растворяются; остаются лишь кутинизированныя срединныя пластинки, образуя нѣжную перепонку вокругъ клѣтокъ эндодермы, а также и проходныхъ клѣтокъ. Точно такимъ-же образомъ остаются нерастворенными и срединныя пластинки между сосудами и въ сердцевинѣ и образуютъ нѣжную, буро-желтую сѣть. Тангентальный продольный разрѣзъ, захватившій эндодерму, показываетъ, что продольныя полоски послѣдней, лежащія противъ древесинныхъ участковъ, состоятъ изъ поперемѣнно расположенныхъ длинныхъ утолщенныхъ клѣтокъ и короткихъ неутолщенныхъ, богатыхъ содержимымъ про-



Фиг. 54. Часть поперечнаго разрѣза изъ корня Iris florentina. *e* — эндодерма; *p* — перикамбій; *f*—проходная клѣтка; *v*—лубовой участокъ; *s*—сосудъ въ древесинномъ участкѣ; *c*—кора. Увел. 240.

ходныхъ клѣтокъ. Мѣстами двѣ короткія проходныя клѣтки слѣдуютъ другъ за другомъ.

Корни двудольныхъ менѣе удобны для изслѣдованія, чѣмъ корни однодольныхъ. Познакомившись однако съ послѣдними, намъ будетъ не трудно понять строеніе первыхъ. Прежде всего сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ изъ основанія крѣпкаго придаточнаго корня, развившагося на побѣгѣ Ranunculus repens. Осевой цилиндръ волокнисто-сосудистыхъ пучковъ кажется отграниченнымъ отъ коры не столь рѣзко, какъ у однодольныхъ; при внимательномъ разсмотрѣніи однако мы находимъ и здѣсь на границѣ обоихъ эндодерму, отличающуюся черной тѣнью. Смотря по толщинѣ корня, мы находимъ въ осевомъ цилиндрѣ 4 или 5 группъ сосудовъ; болѣе крупные сосуды лежатъ и здѣсь внутри, болѣе мелкіе — ближе кнаружи. У однодольныхъ часто одинъ внутренній сосудъ отличается своей особенно крупной величиной; у двудольныхъ такой сосудъ встрѣчается весьма рѣдко и у Ranunculus мы его не находимъ. Лучи или группы сосудовъ достигаютъ у Ranunculus средины цилиндра и сталкиваются тамъ между собою. Впрочемъ самые внутренніе сосуды, если и достигаютъ полнаго развитія, то очень поздно; большей частью они остаются въ состояніи тонкостѣнныхъ удлиненныхъ клѣтокъ. Участки луба чередуются, какъ и всегда, съ участками древесины.

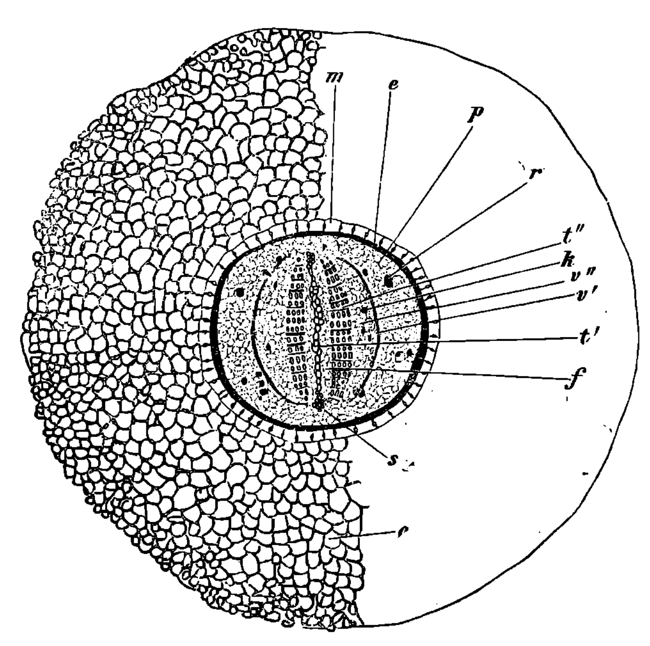
Корни сосудистыхъ тайнобрачныхъ построены проще, но по тому-же типу, какъ и корни явнобрачныхъ.

Процессы, совершающіеся при началѣ вторичнаго роста въ толщину корней двудольныхъ и голосѣмянныхъ, обладающихъ такимъ ростомъ, мы прослѣдимъ на корняхъ Taxus baccata. Съ этой цѣлью постараемся добыть куски корней съ молодыми неповрежденными развѣтвленіями и сдѣлаемъ поперечный разрѣзъ корня, имѣющаго 1 *mm.* толщины. Поверхность его покрыта паренхиматической корой, состоящей по меньшей мѣрѣ изъ 10 рядовъ клѣтокъ. Самый наружный слой коры не отграниченъ рѣзко, потому что настоящаго эпидермиса нѣтъ. Средина разрѣза занята осевымъ цилиндромъ сосудистыхъ пучковъ, окруженнымъ эндодермой; послѣдняя состоитъ изъ плоскихъ, тонкостѣнныхъ, опробкованныхъ клѣтокъ, стѣнки которыхъ побурѣли и діаметръ которыхъ значительно меньше діаметра клѣтокъ коры; клѣтки эти на радіальныхъ стѣнкахъ имѣютъ характерную черную тѣнь. Вокругъ эндодермы развивается усиливающій ее однорядный слой. Ширина клѣтокъ этого слоя равна ширинѣ другихъ коровыхъ клѣтокъ, и на радіальныхъ ихъ стѣнкахъ замѣчаются толстыя блестяще-желтыя кольца. Эти кольцеобразныя утолщенія въ сосѣднихъ клѣткахъ соотвѣтствуютъ другъ другу, вслѣдствіе чего въ разрѣзѣ они имѣютъ

форму двояко выпуклой чечевицы. Осевой цилиндръ сосудистыхъ пучковъ заключаетъ діархный древесинный участокъ, расположенный по діаметру; на двухъ противоположныхъ концахъ этого участка лежатъ узкіе спиральные сосуды, кажущіеся черными; къ сосудамъ примыкаетъ изнутри полоска, состоящая изъ трахеидовъ съ окаймленными порами, характерныхъ для хвойныхъ вообще. Ихъ легко узнать по свѣтло-желтымъ, сильно-утолщеннымъ стѣнкамъ. Трахеиды смыкаются почти всегда въ одну прямую пластинку въ серединѣ цилиндра сосудистыхъ пучковъ. По обѣимъ сторонамъ трахеидовъ лежатъ большею частью двурядныя полоски узкихъ тонкостѣнныхъ, содержащихъ крахмалъ, клѣтокъ основной ткани; съ ними граничитъ еще болѣе мелкоклѣтчатая ткань тонкостѣннаго луба; наконецъ, за этимъ последнимъ лежитъ слой, состоящій изъ четырехъ рядовъ крупныхъ крахмалоносныхъ клѣтокъ; онѣ смыкаются въ полный кругъ, редуцированный въ мѣстахъ, лежащихъ противъ спиральныхъ сосудовъ; кругъ этотъ представляетъ собою перикамбій

Разсматривая теперь поперечный разрѣзъ корня въ 1,3 *mm.* толщиною, мы увидимъ, что по обѣимъ сторонамъ трахеидной пластинки слой основной ткани, граничащій съ элементами луба, началъ дѣлиться; онъ превратился въ полоску камбія, образующую новые трахеиды внутрь и новый лубъ кнаружи, а также по ту и другую сторону клѣтки сердцевинныхъ лучей. Дальнѣйшую дѣятельность этой камбіальной полоски мы разсмотримъ на корнѣ толщиною въ 2 *mm.* и для оріентированія обратимся къ нашей фиг. 53-й. Поперечный разрѣзъ показываетъ прежде всего знакомыя уже намъ части: кору (c), самый наружный слой которой потерялъ свои волоски; наружный усиливающій слой (m), эндодерму (e) и осевой цилиндръ. Самый наружный слой клѣтокъ перикамбія началъ между тѣмъ дѣлиться тангентальными перегородками и превратился въ перидерму, состоящую пока изъ немногихъ рядовъ. По обѣимъ сторонамъ трахеидной пластинки (t') мы видимъ внутренній недѣятельный слой основной ткани—такъ называемую соединительную ткань; далѣе вновь образовавшіеся, радіально-расположенные трахеиды (t'') съ многочисленными сердцевинными лучами. Прибавивъ къ препарату ѣдкаго кали, мы съ бо̀льшимъ удобствомъ можемъ оріентироваться относительно расположенія этихъ частей. Сосуды (s) на концахъ срединной пластинки, темнѣе очерченные, выступаютъ ясно. Срединная трахеидная пластинка (t') и вторичные, произведенные камбіемъ трахеиды (t'') окрашиваются въ красивый желтый цвѣтъ; соединительная ткань остается бѣлой. — Вторичныя древесинныя полоски имѣютъ плоско-выпуклую форму, заостряются къ своимъ концамъ, но не заходятъ дальше сосудовъ. На внѣшней сторонѣ древесины мы находимъ камбій и

кромѣ него вторичный лубъ (v''); послѣдній послѣ обработки ѣдкимъ кали кажется бѣлымъ, и только отдѣльныя клѣтки (k) представляются черными; это тѣ клѣтки, въ стѣнкахъ которыхъ заключены кристаллы щавелево-кислой извести. Первичный лубовой участокъ (v') лежитъ сплющенный на внѣшней сторонѣ вторичнаго. Въ перикамбіѣ послѣ дѣйствія ѣдкаго кали выступаютъ явственнѣе, чѣмъ прежде, благодаря желто бурому содержимому, одиночныя неопредѣленной формы клѣтки: онѣ заключаютъ смолу. Пробковый слой, происшедшій изъ наружныхъ



Фиг. 55. Поперечный разрѣзъ корня Taxus baccata послѣ начала роста въ толщину. c—кора; m—усиливающій слой; e—эндодерма; p—перикамбій; s—спиральные сосуды; t'—первичная трахеидная пластинка; f—полоска основной ткани; t'' — вторичные трахеиды съ сердцевинными лучами; v'' — вторичный лубъ; v' — сдавленный первичный лубъ; k — клѣтки вторичнаго луба съ кристаллами въ стѣнкахъ; r—клѣтки перикамбія, содержащія смолу. Увел. 42.

клѣтокъ перикамбія, окрашивается отъ дѣйствія кали въ желтовато-зеленый цвѣтъ; утолщенныя кольца усиливающаго эндодерму слоя являются блестяще-желтыми; пробковый слой сплющиваетъ эндодерму.

Далѣе изслѣдуемъ еще поперечный разрѣзъ корня въ 2 *mm.* толщиною, который сбросилъ уже свою кору и имѣетъ темнобурую поверхность. Поперечный разрѣзъ представляетъ намъ

замкнутое древесинное кольцо, и если бы не первичная трахеидная пластинка, занимающая здѣсь мѣсто сердцевины, такой разрѣзъ нельзя-бы было отличить отъ разрѣза ствола такой-же толщины. Сосуды на концахъ трахеидной пластинки можно видѣть теперь съ трудомъ; пластинка окружена крахмалоносною соединительной тканью, которая замѣняетъ здѣсь нѣкоторымъ образомъ сердцевинную трубку, и съ которой соединяются старѣйшіе сердцевинные лучи. Оба древесинные участка слились между собой передъ группами сосудовъ, и сердцевинный лучъ въ этомъ мѣстѣ не отличается особенной шириной. Поверхность покрыта замкнутымъ пробковымъ слоемъ, образовавшимся изъ наружныхъ клѣтокъ перикамбія. Наружная кора состоитъ изъ вторичнаго луба и удлиненныхъ сердцевинныхъ лучей; ткань, замѣняющая здѣсь первичную кору, состоитъ изъ увеличенныхъ, отчасти размножившихся и плотно набитыхъ крахмаломъ клѣтокъ перикамбія.

Продольные разрѣзы этихъ корней представляютъ интересъ по стольку, по скольку при ихъ помощи мы можемъ убѣдиться, что срединная трахеидная пластинка состоитъ изъ такихъ-же точно элементовъ, какъ и вторичная древесина. На концахъ этой пластинки мы находимъ здѣсь снова спиральные сосуды и констатируемъ, что клѣтки эндодермы имѣютъ весьма ничтожную высоту, между тѣмъ какъ клѣтки слоя, усиливающаго эндодерму, гораздо крупнѣе, и высота ихъ превосходитъ даже высоту сосѣднихъ клѣтокъ коры. Отъ кораллина трахеиды принимаютъ красивый кораллово-красный цвѣтъ, какъ на поперечныхъ, такъ и на продольныхъ разрѣзахъ; становятся замѣтными и рѣшетчатыя пластинки въ первичномъ и во вторичномъ лубѣ. Кольца въ клѣткахъ слоя, усиливающаго эндодерму, жадно поглощаютъ кораллинъ.

Примѣчаніе къ XII-му упражненію.

[1]) De Bary, Vergl. Anat. pag. 365; тамъ и старая литература; Olivier, Ann. d. sc. nat. Bot. VI ser. XI Bd., pag. 5 и слѣд.

[2]) Срав. v. Höhnel. Stzber. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien, math. naturwiss. Cl. Bd. LXXVI. I Abth. 1877, pag. 612; Olivier, l. c.

[3]) Schwendener, Abh. d. kgl. Ak. d. Wiss. in Berlin 1882. Die Schutzscheiden, und ihre Verstärkungen.

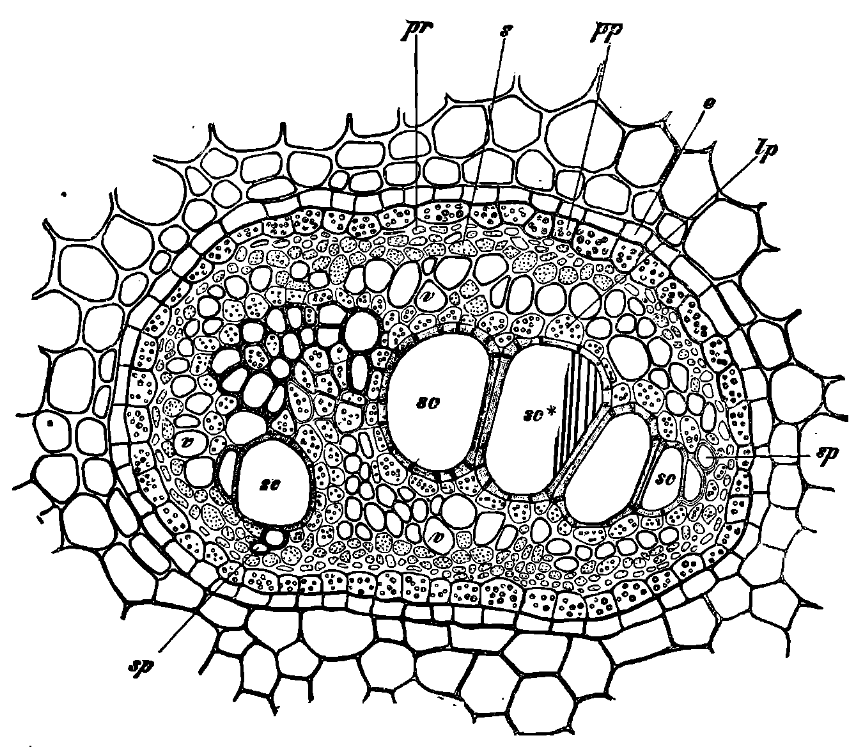
[4]) Срав. Schwendener, die Schutzscheiden, pag. 13.

XIII. Упражненіе.

Сосудистые пучки папоротниковъ и плауновыхъ.

Познакомимся теперь со строеніемъ сосудистыхъ пучковъ въ стебляхъ и листьяхъ папоротниковъ. Сосудистые пучки построены здѣсь концентрически, при чемъ древесина окружена лубомъ со всѣхъ сторонъ или почти со всѣхъ сторонъ. Мы избираемъ для изслѣдованія Pteris aquilina; на этомъ объектѣ легче всего уразумѣть строеніе пучковъ, хотя онъ, благодаря склеренхиматическимъ волокнамъ основной ткани, препарируется не легко. —Лучше всего рѣжется корневище вблизи точки роста, а также черешки молодыхъ листьевъ. На такихъ разрѣзахъ мы находимъ сосудистые пучки вполнѣ развитыми, между тѣмъ какъ основная ткань не имѣетъ еще своихъ характерныхъ утолщеній. Строеніе сосудистаго пучка въ корневищѣ и въ листовомъ черешкѣ одинаково, и для оріентированія послужитъ намъ фиг. 56, представляющая поперечный разрѣзъ пучка изъ основанія листоваго черешка. — Правда, что соображенія касательно размѣровъ рисунка заставили избрать маленькій сосудистый пучекъ, тѣмъ не менѣе всѣ элементы, входящіе въ составъ его, достаточно ясно представлены на нашей фигурѣ. Прежде всего бросаются въ глаза большіе лѣстничные сосуды съ окаймленными порами (*sc*); точно также утолщены и болѣе мелкіе сосуды и только нѣкоторые, примыкающіе къ обоимъ концамъ древесиннаго участка — элементы протоксилемы, утолщены спирально (*sp*). Сосуды въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они не соприкасаются другъ съ другомъ, окружены плоскими, содержащими крахмалъ клѣтками (*lp*), которыя и здѣсь мы можемъ назвать древесинною паренхимою. Сосуды и древесинная паренхима образуютъ вмѣстѣ древесину, которая почти совершенно окружена лубомъ; послѣдній граничитъ съ древесинной паренхимой — рѣшетчатыми трубками (*v*), сопровождающія клѣтки (*s*) которыхъ суть узкія клѣтки, лежащія дальше кнаружи. Эти сопровождающія клѣтки богаты содержимымъ, но, какъ показываетъ реакція на іодъ, содержатъ протоплазму, а не крахмалъ. Крахмалоносныя клѣтки встрѣчаются здѣсь только одиночно. Периферія луба занята слоемъ еще болѣе узкихъ толстостѣнныхъ элементовъ протофлоэмы. Лубъ окруженъ простымъ однояднымъ крахмалоноснымъ слоемъ (*pp*), который, по своему положенію, но не по происхожденію, представляетъ сходство съ перикам-

біемъ и можетъ быть названъ перифлоэмомъ. Перифлоэмъ окруженъ тонкостѣнной, но лишенной крахмала и опробкованной эндодермой (*e*), которая на радіальныхъ стѣнкахъ имѣетъ темную тѣнь. Клѣтки перифлоэма и клѣтки эндодермы расположены соотвѣтственно другъ другу, что указываетъ на ихъ происхожденіе изъ одной общей материнской клѣтки. Древесинный участокъ на обоихъ своихъ концахъ граничитъ съ перифлоэмомъ или съ протофлоэмомъ; такимъ образомъ въ этихъ двухъ мѣ-



Фиг. 56. Поперечный разрѣзъ сосудистаго пучка изъ листоваго черешка Pteris aquilina. *sc* — лѣстничные сосуды; *sp* — спиральные сосуды; въ лѣстничномъ сосудѣ *sc**—часть стѣнки, продырявленной лѣстничнообразно; *lp*—древесинная паренхима; *v*—рѣшетчатыя трубки; *s*—сопровождающія клѣтки; *pr*—протофлоэмъ; *pp*—перифлоэмъ; *e*—эндодерма. Увел. 240.

стахъ лубъ прерванъ совершенно или почти совершенно; между тѣмъ какъ подобнаго перерыва можетъ и не быть у другихъ папоротниковъ. Весьма часто при рѣзаніи, стѣнки клѣтокъ эндодермы разрываются, вслѣдствіе чего сосудистый пучокъ отдѣляется отъ основной ткани. Клѣтки основной ткани, примыкающія къ эндодермѣ, мѣстами сильно утолщены и окрашены

въ желтовато-бурый цвѣтъ. Поперечный разрѣзъ корневища показываетъ подъ темно-бурымъ эпидермисомъ побурѣвшую и кутинизированную паренхиматическую ткань, которая далѣе внутрь становится безцвѣтной и содержитъ крахмалъ. Эта крахмалоносная основная ткань пронизана сосудистыми пучками и красно-бурыми склеренхиматическими волокнами; послѣднія образуютъ пластинки, лежащія между сосудистыми пучками и расположенныя болѣе или менѣе параллельно этимъ пучкамъ. Периферическіе сосудистые пучки на внѣшней своей сторонѣ въ непосредственномъ соединеніи съ эндодермой усиливаются такими-же склеренхиматическими волокнами, которыя представляютъ собою механическую ткань. Въ листовомъ черешкѣ мы находимъ тоже самое, только здѣсь встрѣчается еще гиподермальное кольцо красно-бурыхъ склеренхиматическихъ волоконъ, прилегающихъ къ эпидермису. На продольномъ разрѣзѣ корневища или листоваго черешка мы находимъ снова широкіе лѣстничные сосуды; конечныя ихъ плоскости сильно наклонены, съ лѣстнично-окаймленными порами и отчасти продырявлены [1]). На боковыхъ стѣнкахъ, раздѣляющихъ два сосуда, весьма легко констатировать, что поперечно растянутыя поры окаймлены съ обѣихъ сторонъ (замыкающая перепонка посрединѣ утолщена); напротивъ, на стѣнкѣ сосуда, граничащей съ клѣткой древесинной паренхимы, поры окаймлены только съ одной стороны (замыкающая перепонка не утолщена). Продольный разрѣзъ заключаетъ также одинъ изъ спиральныхъ сосудовъ, и кромѣ того, при тщательномъ изслѣдованіи, мы находимъ здѣсь рѣшетчатыя пластинки рѣшетчатыхъ трубокъ; при помощи кораллина мы можемъ сдѣлать эти пластинки болѣе явственными и убѣдиться, что конечныя рѣшетчатыя пластинки сильно наклонены и раздѣлены полосками утолщенія на многочисленные участки. Кромѣ того и боковыя стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ несутъ ситовидныя поры. Подлѣ рѣшетчатыхъ трубокъ лежатъ узкія сопровождающія клѣтки съ мелко-зернистымъ содержимымъ и ядромъ; подлѣ сосудовъ—крахмалоносныя, сравнительно короткія клѣтки древесинной паренхимы. Содержащія крахмалъ клѣтки перифлоэма представляютъ сходство съ древесинной паренхимой. Красно бурыя длинныя и заостренныя на концахъ склеренхиматическія волокна основной ткани имѣютъ на своихъ стѣнкахъ тонкія поры.

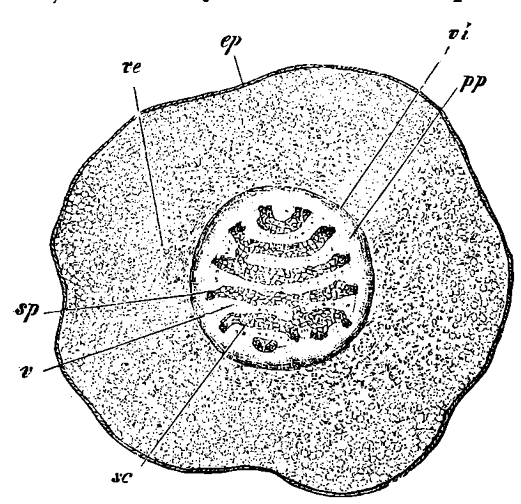
Для насъ будетъ не безъинтересно разсмотрѣть также поперечный разрѣзъ листоваго черешка Polypodium vulgare. Сосудистые пучки снабжены здѣсь очень толстымъ влагалищемъ, которое соотвѣтствуетъ однако не эндодермѣ, а усиливающему эндодерму слою; слой этотъ, состоящій изъ одного ряда клѣтокъ утолщенъ только на внутренней своей сторонѣ, причемъ слои утолщенія окрашены въ темно-бурый цвѣтъ. Соб-

ственно эндодерма лежитъ внутри усиливающаго слоя, и ея клѣтки такъ сильно сдавлены, что съ трудомъ можно различать ихъ. Далѣе внутрь слѣдуетъ однорядный крахмалоносный перифлоэмъ; затѣмъ ткань луба, состоящая изъ клѣтокъ одинаковой ширины. Сопровождающія клѣтки отличаются своимъ содержимымъ и, какъ оказывается, перемѣшаны съ рѣшетчатыми трубками. Тѣсно скученные другъ подлѣ друга сосуды окружены снаружи простымъ слоемъ крахмалоносной древесинной паренхимы, которая на обоихъ узкихъ концахъ древесиннаго участка можетъ достигать до перифлоэма.

Сдѣлаемъ еще поперечный разрѣзъ листоваго черешка Scolopendrium vulgare, въ которомъ два сосудистые пучка слились въ одно. Два древесинные участка лежатъ повидимому въ одномъ сосудистомъ пучкѣ, вѣрнѣе въ комплексѣ сосудистыхъ пучковъ, лежатъ или другъ подлѣ друга, или сливаются, образуя фигуру X. Утолщенныя ножки фигуры обращены къ верхней поверхности листоваго черешка; на концахъ ножекъ лежатъ болѣе мелкіе сосуды и отъ концовъ верхнихъ ножекъ отходятъ часто маленькіе сосудистые пучки. Всѣ клѣтки лубоваго участка одинаковой величины, но и здѣсь сопровождающія клѣтки отличаются своимъ содержимымъ; онѣ перемѣшаны съ рѣшетчатыми трубками. По бокамъ фигуры перифлоэмъ представляется многорядньмъ и нѣсколько сильнѣе утолщеннымъ. Внѣшнее очертаніе пучковаго комплекса представляетъ три желобообразныя углубленія; одно сверху и два по бокамъ; въ мѣстахъ, соотвѣтствующихъ этимъ углубленіямъ, за эндодермой лежатъ пластинки, состоящія изъ красно-бурыхъ, утолщенныхъ почти до изчезновенія полости, склеренхиматическихъ волоконъ. Выше въ листѣ древесинный участокъ принимаетъ постепенно форму буквы T; три склеренхиматическіе пучка хотя и редуцированы, но все еще здѣсь существуютъ.

Гораздо большее усложненіе встрѣчаемъ мы въ осевомъ цилиндрѣ сосудистыхъ пучковъ видовъ Lycopodium; намъ не трудно будетъ понять ихъ строеніе, послѣ того какъ мы видѣли уже слившіеся пучки въ черешкѣ Scolopendrium. У Lycopodium мы имѣемъ также дѣло съ сліяніемъ многочисленныхъ сосудистыхъ пучковъ въ одинъ осевой цилиндръ. Для изслѣдованія мы возьмемъ Lycopodium complanatum, хотя и всякій другой видъ можетъ служить для этой цѣли; у всѣхъ видовъ Lycopodium мы находимъ въ общемъ одинаковое строеніе, съ незначительными лишь отличіями. Мы облегчимъ себѣ задачу, окрашивая поперечные разрѣзы воднымъ растворомъ сафранина. Для оріентированія пусть послужитъ намъ прилагаемый рисунокъ (фиг. 57). На поперечномъ разрѣзѣ Lycopodium complanatum мы видимъ снаружи эпидермисъ (*ep*); далѣе клѣтки коры,

діаметръ которыхъ постепенно уменьшается, толщина же стѣнокъ увеличивается по направленію внутрь, и которыя образуютъ плотное склеренхиматическое влагалище; мы назовемъ его внѣшнимъ влагалищемъ (*ve*). Впрочемъ между этими сильно утолщенными элементами коры замѣчаются маленькія, наполненныя воздухомъ, межклѣтныя пространства. Наружныя клѣтки коры окрасились отъ сафранина въ вишневый цвѣтъ, внутреннія, сильнѣе утолщенныя — въ розово-красный. Утолщенные элементы коры внезапно изчезаютъ и дальше слѣдуютъ два — три слоя тангентально-растянутыхъ многоугольныхъ клѣтокъ, плотно соединенныхъ между собою и окрашенныхъ въ вишневый цвѣтъ. Клѣтки эти занимаютъ мѣсто эндодермы, но онѣ расположены нѣсколькими рядами и лишены волнистой ленты или другаго какого-либо характернаго утолщенія; подобно клѣткамъ эндодермы, онѣ кутикуляризованы и противостоятъ дѣйствію сѣрной кислоты. Мы назовемъ ихъ



Фиг. 57. Поперечный разрѣзъ стебля Lycopodium complanatum. *ep*—эпидермисъ; *ve*—внѣшнее влагалище; *vi* — внутреннее влагалище; *pp* — перифлоэмъ; *cs*—лѣстничные сосуды; *sp*—кольчатые и спиральные сосуды; *v*—лубовые участки. Увел. 26.

внутреннимъ влагалищемъ (*vi*). Далѣе слѣдуетъ много рядовъ изодіаметрическихъ на поперечномъ разрѣзѣ клѣтокъ съ бѣлыми блестящими какъ-бы разбухшими стѣнками, содержащихъ часто крахмалъ; клѣтки эти при продолжительномъ дѣйствіи реактива принимаютъ оранжевую окраску; при непродолжительномъ его дѣйствіи — не окрашиваются вовсе. Онѣ занимаютъ мѣсто перикамбія и могутъ быть названы, какъ и у папоротниковъ, перифлоэмомъ (*pp*). Затѣмъ бросаются въ глаза полоски древесины, окрашенныя въ превосходный вишнево-красный цвѣтъ. Онѣ состоятъ изъ широкихъ лѣстничныхъ сосудовъ (*sc*), прилегающихъ непосредственно другъ къ другу и на узкихъ своихъ концахъ изъ элементовъ протоксилемы, т. е. узкихъ кольчатыхъ и спиральныхъ сосудовъ (*sp*). У Lycopodium complanatum древесинныя полоски располагаются поперегъ осеваго цилиндра болѣе или менѣе параллельно другъ

другу; онѣ вогнуты на одной своей сторонѣ и соотвѣтственно выпуклы на другой. Принявъ во вниманіе естественное положеніе приподнимающагося вверхъ стебля, мы можемъ убѣдиться, что древесинныя полоски параллельны поверхности почвы и вогнутыми своими сторонами обращены вверхъ. Маленькіе сосудистые пучки, отходящіе въ листья, вступая въ центральный цилиндръ, примыкаютъ здѣсь, какъ и у папоротниковъ, къ группѣ спиральныхъ сосудовъ древесинной полоски. Древесинныя полоски образуютъ нерѣдко анастомозы, какъ это можно видѣть на нижнихъ полоскахъ прилагаемаго рисунка. Въ прямыхъ стебляхъ Lycopodium Selago всѣ древесинныя полоски соединены между собою и образуютъ звѣзду. Древесинныя полоски окружены однояднымъ слоемъ тонкостѣнныхъ узкихъ клѣтокъ, которыя мы можемъ назвать, какъ и у папоротниковъ, клѣтками древесинной паренхимы; на концахъ своихъ полоски прилегаютъ къ ткани перифлоэма—элементами протоксилемы и древесинной паренхимой. Между полосками древесины лежатъ клѣтки съ бѣлыми, сильно преломляющими свѣтъ стѣнками; онѣ узки, и только средній рядъ отличается нѣсколько бо́льшимъ діаметромъ. Эти участки ткани представляютъ лубъ; широкіе ихъ элементы суть рѣшетчатыя трубкки (*v*). При особенно удачномъ окрашиваніи стѣнки рѣшетчатыхъ трубокъ кажутся розово-красными, между тѣмъ какъ остальные элементы луба безцвѣтны. На концахъ полосокъ, образуемыхъ рѣшетчатыми трубками, лежатъ элементы протофлоэмы, отличающіеся узкими полостями; они прилегаютъ къ перифлоэму, крупныя клѣтки котораго рѣзко отграничиваются отъ лубовыхъ и древесинныхъ участковъ. — При изготовленіи препаратовъ, внутренняя часть осеваго цилиндра, состоящая изъ луба и древесины, легко отдѣляется отъ перифлоэма. На продольномъ разрѣзѣ мы видимъ снаружи эпидермисъ; далѣе косо расположенныя широкія клѣтки коры; затѣмъ склеренхиматическія волокна наружнаго влагалища; дальше внутреннее влагалище изъ удлиненной паренхимы; перифлоэмъ съ бѣлыми толстыми стѣнками и косыми поперечными перегородками; лѣстничные сосуды и узкіе, частью сильно растянутые кольчатые и спиральные сосуды; наконецъ, элементы луба; послѣдніе представляютъ длинныя клѣтки съ болѣе или менѣе косыми перегородками. Даже при помощи кораллина и анилиновой сини весьма трудно доказать здѣсь присутствіе маленькихъ косыхъ рѣшетчатыхъ пластинокъ. Только широкія клѣтки луба суть рѣшетчатыя трубки; многочисленные узкіе, съ блестящимъ зернистымъ содержимымъ элементы суть сопровождающія клѣтки.

Примѣчаніе къ XIII-му упражненію.

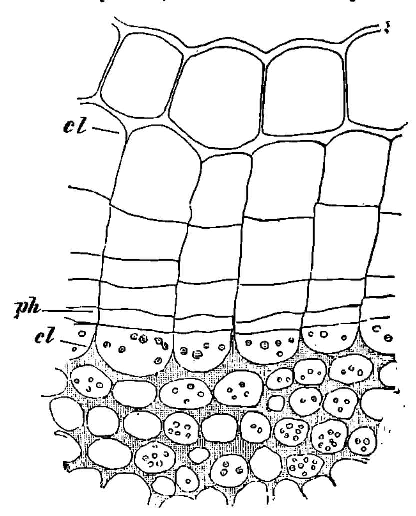
[1]) Срав. de Bary, Vergl. Anatomie, pag. 170.

XIV. Упражненіе.

Пробка, чечевички.

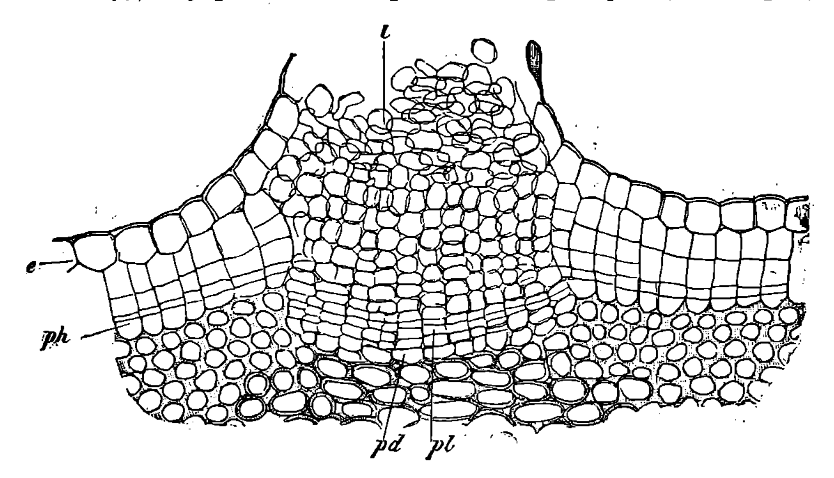
Мы уже имѣли случай познакомиться на различныхъ объектахъ съ образованіемъ и строеніемъ пробки. Тѣмъ не менѣе обратимся еще разъ къ этому предмету съ цѣлью изучить чечевички и изслѣдовать ближе строеніе стѣнокъ пробковыхъ клѣтокъ и ихъ реакціи [1]).

Поперечные разрѣзы черезъ вѣтку Sambucus nigra, толщиною приблизительно въ 3 *mm.*, показываютъ намъ сосудистые пучки, соединенные уже между собою межпучковымъ камбіемъ и расположенные вокругъ широкой крупноклѣтчатой сердцевины. Камбіальное кольцо начало уже свою дѣятельность и, какъ внутри сосудистыхъ пучковъ, такъ и въ промежуткахъ между ними образовало уже обычнымъ способомъ вторичную древесину внутрь и вторичный лубъ кнаружи. Первичные участки луба усиливаются снаружи склеренхиматическими волокнами. Кора состоитъ изъ 10—15 рядовъ клѣтокъ. Выдающіяся на поверхности стебля ребрышки содержатъ сильный гиподермальный слой колленхимы, который въ промежуточныхъ бороздкахъ состоитъ лишь изъ двухъ—трехъ рядовъ клѣтокъ. Подъ устьицами слой колленхимы прерванъ зеленою паренхимою коры, простирающеюся до эпидермиса. Въ участкахъ стебля въ 4 *mm.* толщиною начинается образованіе пробковаго слоя тангентальнымъ дѣленіемъ наружныхъ клѣтокъ колленхимы, прилегающихъ непосредственно къ эпидермису. Внутренняя изъ двухъ, образовавшихся благодаря такому дѣленію, дочернихъ клѣтокъ дѣлится еще разъ, и затѣмъ средняя изъ нихъ начи-



Фиг. 58. Поперечный разрѣзъ поверхности молодаго стебля Sambucus nigra. Эпидермисъ; *ph* — феллогенъ; *cl* и *cl* — верхняя и нижняя часть первоначальной клѣтки колленхимы. Увел. 240.

наетъ функціонировать, какъ клѣтка пробковаго камбія; ее легко узнать и тогда, когда перидерма сдѣлалась уже многорядной (фиг. 58, *ph*). На внѣшнемъ краю каждаго ряда лежитъ наружная, на внутреннемъ—внутренняя часть первоначальной клѣтки колленхимы (*cl*). Къ внутренней ея части примыкаетъ снаружи плоская клѣтка (*ph*), которая и есть клѣтка камбія или феллогена. Кромѣ того на удачныхъ поперечныхъ разрѣзахъ можно убѣдиться, что образованію сплошнаго пробковаго слоя предшествуетъ нѣкоторый своеобразный процессъ, начинающійся подъ устьицами. Первичныя клѣтки коры, окружающія дыхательную полость, начинаютъ дѣлиться, и дѣленія переходятъ по бокамъ на сосѣднія колленхиматическія клѣтки. Вскорѣ подъ устьицемъ образуется менисковидный слой дѣлящихся клѣтокъ (фиг. 59, *pl*), образующій кнаружи безцвѣтныя округляющіяся клѣтки (*l*), кнутри клѣтки пробковой коры (*pd*) (феллодерма).



Фиг. 59. Поперечный разрѣзъ черезъ чечевичку Sambucus nigra. *e*—эпидермисъ; *ph*—феллогенъ; *l*—выполняющія клѣтки; *pl*—камбій чечевички; *pd*—феллодерма. Увел. 90.

Верхнія клѣтки получаютъ названіе выполняющихъ клѣтокъ; онѣ бурѣютъ, но не подвергаются опробкованію и, по мѣрѣ увеличенія ихъ числа, оказываютъ такое сильное давленіе на эпидермисъ, что послѣдній разрывается щелеобразно. Такъ образуются поры коры или чечевички. Разсматривая вѣтку невооруженнымъ глазомъ, мы замѣтимъ чечевички въ видѣ маленькихъ бороздокъ, ограниченныхъ двумя губовидными утолщеніями. Особенно рѣзко бросается въ глаза бурая окраска выполняющихъ клѣтокъ. На болѣе молодыхъ частяхъ стебля чечевички имѣютъ видъ удлиненныхъ, нѣсколько выпуклыхъ пят-

нышекъ; еще болѣе раннія стадіи отличаются свѣтлой окраской; въ такихъ мѣстахъ слѣдуетъ дѣлать разрѣзы, если желательно прослѣдить начало развитія. Лишь послѣ разрыва эпидермиса въ сосѣднихъ колленхиматическихъ клѣткахъ начинаются дѣленія, результатомъ которыхъ является образованіе перидермы.

Выполняющія клѣтки чечевичекъ изолированы другъ отъ друга; по мѣрѣ того, какъ снаружи лежащія клѣтки дезорганизуются, образуются новыя, благодаря дѣятельности камбія. Промежутки между выполняющими клѣтками наполнены воздухомъ; посредствомъ ихъ внутренняя ткань ствола сообщается съ внѣшней атмосферой; онѣ замѣняютъ собою устьица на старыхъ растительныхъ частяхъ, на которыхъ начинается образованіе пробки. На зиму образуются болѣе плотныя и болѣе прочныя выполняющія клѣтки. Собственно замыкающаго слоя изъ узкихъ болѣе плотно соединенныхъ между собою клѣтокъ зимою у Sambucus не существуетъ; у многихъ другихъ растеній, напротивъ, кромѣ такого замыкающаго слоя находимъ еще подобнаго-же строенія «промежуточныя полоски», появляющіяся временно между выполняющими клѣтками въ теченіи періода вегетаціи. Клѣтки замыкающаго слоя и промежуточныхъ пластинокъ опробкованы, но оставляютъ между собою радіально расположенныя межклѣтныя пространства, такъ что полнаго закупориванія не происходитъ [2]). На болѣе старыхъ частяхъ ствола Sambucus перидерма получаетъ продольныя трещины; онѣ проходятъ черезъ чечевички, не повреждая ихъ. Чечевички сохраняются на очень старыхъ стволахъ въ то время, когда наружные слои перидермы отслаиваются.

Строеніе пробковыхъ клѣтокъ слѣдуетъ изучать прежде всего у Cytisus Laburnum, такъ какъ здѣсь клѣтки эти весьма сильно утолщены. Поперечные разрѣзы коры старыхъ стволовъ показываютъ, что перидерма состоитъ изъ однородныхъ пробковыхъ клѣтокъ. Клѣтки эти расположены правильными радіальными рядами; самыя молодыя изъ нихъ безвѣтны, болѣе старыя окрашены въ желтый цвѣтъ и старѣйшія—въ желто-бурый. Клѣтки, лежащія на периферіи, растянуты въ тангентальномъ направленіи почти до исчезновенія полостей. Всѣ пробковыя клѣтки сильно утолщены, преимущественно на внѣшней ихъ сторонѣ. Даже безъ помощи реактивовъ легко различить въ стѣнкѣ нѣжный срединный слой, раздѣляющій клѣтки другъ отъ друга, толстый явственно слоистый вторичный слой утолщенія и на внутренней сторонѣ послѣдняго—третичный слой. Такимъ образомъ перегородка, раздѣляющая двѣ клѣтки состоитъ изъ 5 явственныхъ слоевъ: срединнаго слоя, одревеснѣвшаго и представляющаго первичную перегородку; двухъ вторичныхъ слоевъ утолщенія, которые одни здѣсь опробкованы; двухъ третичныхъ слоевъ утолщенія, часто обнаруживающихъ реакцію на клѣтчатку и потому назы-

ваемыхъ клѣтчатыми слоями; въ данномъ случаѣ послѣдніе немного одревеснѣли. Отъ хлор-цинк-іода пробковыя клѣтки окрашиваются въ желтый или бурый цвѣтъ, молодыя темнѣе взрослыхъ; третичные слои окрашиваются темнѣе другихъ.—Характерными реактивами для пробковаго вещества или суберина является кали, смѣсь для мацераціи и хромовая кислота [3]) Обработавъ разрѣзы ѣдкимъ кали, мы убѣдимся, что пробковыя клѣтки окрасились въ желтый цвѣтъ. Подогрѣвая осторожно разрѣзъ на предметномъ стеклышкѣ, мы вскорѣ замѣтимъ, что интенсивность желтаго окрашиванія усиливается. Съ мацераціонною смѣсью (хлорновато-кислый кали и азотная кислота) получается реакція цериновой кислоты. На холодѣ смѣсь дѣйствуетъ такимъ образомъ, что пробковыя клѣтки принимаютъ желто-бурую окраску, и всѣ части ихъ становятся болѣе явственны; если теперь подвергнуть препаратъ кипяченію на предметномъ стеклышкѣ, прибавляя по мѣрѣ надобности реактивъ, то отъ разрѣза остаются только опробкованные слои оболочекъ; слои эти въ концѣ концовъ разбухаютъ и сливаются въ безцвѣтную шарообразную массу. Это такъ называемая цериновая кислота, растворяющаяся въ алкоголѣ и особенно легко въ эфирѣ. Если на разрѣзы дѣйствовать концентрированной хромовой кислотой, то въ результатѣ остаются и здѣсь только опробкованные слои клѣтокъ. По прошествіи долгаго времени они становятся до того прозрачными, что съ трудомъ можно найти ихъ; однако они не исчезаютъ. Не смотря на то, что срединные слои растворились, вторичные слои утолщенія остаются во взаимной связи.

Бутылочная пробка (изъ Quercus Suber) состоитъ изъ почти кубическихъ, тонкостѣнныхъ, сравнительно крупныхъ клѣтокъ, которыя переходятъ постепенно въ болѣе плоскія, сильнѣе утолщенныя клѣтки, обозначающія границу годичнаго прироста; за этими послѣдними слѣдуютъ снова кубическія клѣтки. При дѣйствіи ѣдкаго кали, разрѣзъ окрашивается въ желтый цвѣтъ, преимущественно утолщенныя его клѣтки; изученіе этихъ послѣднихъ показываетъ, что, какъ и у Cytisus, каждая стѣнка состоитъ изъ пяти слоевъ. — Третичный слой утолщенія и здѣсь обнаруживаетъ реакцію на клѣтчатку лишь послѣ соотвѣтственной его обработки. — Реакціи на суберинъ удаются здѣсь еще лучше, чѣмъ у Cytisus, въ особенности реакція на цериновую кислоту.

Весьма часто феллогенъ образуетъ не только пробковыя клѣтки въ центробѣжномъ направленіи, но еще и клѣтки коры, такъ наз. феллодерму, въ центростремительномъ направленіи. Феллодерма впрочемъ рѣдко достигаетъ такой значительной толщины, какъ у видовъ Ribes. — Если мы приготовимъ попе-

речные разрѣзы изъ старыхъ частей ствола Ribes rubrum, то подъ тонкостѣннымъ, бурымъ пробковымъ слоемъ найдемъ прежде всего феллогенъ, а подъ нимъ толстый слой хлорофиллоносныхъ плоскихъ клѣтокъ коры; послѣднія расположены также радіальными рядами, совпадающими съ рядами пробковыхъ клѣтокъ. Во внутреннихъ частяхъ феллодермы радіальное распредѣленіе элементовъ, вслѣдствіе послѣдующаго растяженія, теряется. Самыя внутреннія клѣтки феллодермы примыкаютъ къ колленхимѣ коры. Всѣ ткани, образовавшіяся изъ феллогена, обозначаются общимъ названіемъ перидермы, а слѣдовательно у Ribes перидерма будетъ состоять изъ пробки (фелема) и пробковой коры (феллодермы).—Любопытно сдѣлать разрѣзы однолѣтнихъ вѣтокъ Ribes nigrum, въ которыхъ развитіе пробки началось недавно; — здѣсь легко наблюдать начало образованія феллодермы и въ то-же время убѣдиться, что феллогенъ у названнаго растенія залагается глубоко въ корѣ.—Ткани ствола, лежащія снаружи, отдѣленныя пробковымъ слоемъ и лишенныя притока свѣжихъ соковъ, — бурѣютъ и вскорѣ отпадаютъ въ въ видѣ такъ наз. корки.

Паденіе листьевъ осенью совершается при помощи отдѣлительнаго слоя, который образуется раньше или позже во время періода вегетаціи и пересѣкаетъ поперекъ листовой черешекъ. Этотъ отдѣлительный слой представляетъ собою единственное новообразованіе, находимое нами у основанія листочковъ сложнаго листа, а также у основанія первичнаго черешка многихъ листьевъ (листья папоротниковъ и многихъ явнобрачныхъ). Мѣсто прикрѣпленія листа закрывается только впослѣдствіи пробковымъ слоемъ или, какъ у папоротниковъ, простымъ засыханіемъ периферическихъ клѣтокъ. Въ другихъ случаяхъ, напротивъ, передъ паденіемъ листьевъ образуется у основанія первичнаго листоваго черешка перидерма, отдѣленная отъ отдѣлительнаго слоя нѣсколькими рядами округленныхъ клѣтокъ, которая послѣ паденія листа начинаетъ сильно разростаться [4]). Мы разсмотримъ этотъ процессъ подробнѣе у Aesculus Hippocastanum. Изслѣдованіе можно производить какъ на свѣжемъ, такъ и на спиртовомъ матеріалѣ съ одинаковымъ удобствомъ. Отдѣлительный слой такъ-же какъ и пробковый слой лежатъ въ томъ мѣстѣ, которое образуетъ рѣзкую границу между бурою тканью коры и зеленою — листоваго черешка; вверху граница эта пересѣкаетъ уголъ, образуемый листовымъ черешкомъ съ пазушной почкой. Отдѣлимъ листовой черешекъ вмѣстѣ съ прилегающими участками коры и сдѣлаемъ его продольный осевой разрѣзъ; затѣмъ помощью бритвы приготовимъ нѣсколько тонкихъ продольныхъ разрѣзовъ, стараясь, чтобы нѣкоторые изъ нихъ захватили волокнисто-сосудистый пучокъ. На такихъ разрѣзахъ, сдѣланныхъ изъ свѣжаго матеріала и наблюдаемыхъ

въ водѣ, пробковый слой становится замѣтнымъ уже при слабомъ увеличеніи въ видѣ свѣтлой буроватой полоски, лежащей между сильно побурѣвшими клѣтками коры и листоваго черешка. Въ спиртовомъ матеріалѣ стѣнки клѣтокъ коры и листоваго черешка остаются безцвѣтны. На сторонѣ, обращенной къ корѣ, пробковый слой явственно красно-бурый; онъ состоитъ изъ 6—8 радовъ клѣтокъ и краями своими примыкаетъ къ перидермѣ вѣтки. Его феллогенъ лежитъ на сторонѣ ствола; онъ пронизывается сосудистыми пучками листа. Между округленными клѣтками листоваго черешка, отдѣляясь отъ перидермы нѣсколькими рядами клѣтокъ, проходитъ отдѣлительный слой; онъ состоитъ также изъ нѣсколькихъ клѣтчатыхъ рядовъ и легко можетъ быть узнанъ, благодаря желтой своей окраскѣ, вновь образовавшимся перегородкамъ и обильному содержимому его клѣтокъ, заключающихъ между прочимъ маленькія крахмальныя зерна. Отдѣлительный слой образуется незадолго до паденія листьевъ, между тѣмъ какъ перидерма существовала уже гораздо раньше; онъ проходитъ также черезъ живые элементы волокнисто-сосудистаго пучка. Клѣтки лишены почти совершенно запасныхъ веществъ; какъ показываетъ реакція на іодъ, онѣ содержатъ лишь слѣды крахмала. Крахмалъ отсутствуетъ также въ элементахъ сосудистаго пучка какъ въ листѣ, такъ и въ корѣ; за то въ корѣ онъ встрѣчается весьма обильно въ окружности сосудистаго пучка. Тонкостѣнные элементы сосудистаго пучка выполнены сильно преломляющими свѣтъ массами, которыя даютъ реакцію танина. При изслѣдованіи свѣжихъ разрѣзовъ въ водѣ, послѣдняя вскорѣ обнаруживаетъ голубую флуоресценцію, благодаря эскулину, находящемуся въ корѣ. Многія клѣтки листоваго черешка содержатъ кристаллическія друзы или одиночные кристаллы щавелево-кислой извести. Обработывая препараты метильгрюнъ — уксусной кислотой, мы находимъ въ клѣткахъ черешка остатки протопласматическаго мѣшечка, клѣточныхъ ядеръ и хролофилловыхъ зеренъ. Желтыя зерна, происшедшія вслѣдствіе распаденія хлорофилловыхъ, придаютъ листу его осеннюю окраску. Отдѣленіе листоваго черешка происходитъ внутри отдѣлительнаго слоя, клѣтки котораго округляются и разъединяются; волокнисто-сосудистые пучки въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ при этомъ разрываются. Мѣсто прикрѣпленія листа покрыто округленными паренхиматическими клѣтками, лежавшими между отдѣлительнымъ и пробковымъ слоемъ, и потому кажется вначалѣ зеленоватымъ; клѣтки эти бурѣютъ и быстро засыхаютъ на воздухѣ. Обнаженные и разорванные элементы сосудистаго пучка отмираютъ и, какъ стѣнки, такъ и содержимое ихъ становится темно-бурымъ. Подъ этими мертвыми клѣтками даже и въ волокнисто-сосудистомъ пучкѣ образуется новый феллогенъ. Онъ происходитъ вслѣдствіе

дѣленія всѣхъ снабженныхъ живымъ содержимымъ элементовъ. Въ сосудахъ, лишенныхъ протоплазмы, процессъ этотъ, само собой, не происходитъ; дѣлящіяся окружающія клѣтки вскорѣ сплющиваютъ эти сосуды. Такимъ образомъ на мѣстѣ прикрѣпленія листа образуется сплошной пробковый слой постоянно утолщающійся. Между клѣточными рядами этого слоя можно впослѣдствіи различать сплющенные и вытянутые концы сосудовъ. Отмершіе концы сосудистыхъ пучковъ въ числѣ 5 — 7 торчатъ долго на щитовидной поверхности мѣста прикрѣпленія листа. Какъ особенно удобные объекты для изслѣдованія описаннаго здѣсь процесса, можно рекомендовать Gymnocladus canadensis, а также Robinia Pseud-Acacia или Populus dilatata; результаты, получаемые при изслѣдованіи только что названныхъ растеній совпадаютъ существенно съ выше изложенными. Если мы помѣстимъ свѣжіе листья Gymnocladus canadensis или Ailanthus glandulosa во влажное, темное пространство, то листочки первыхъ опадаютъ при малѣйшемъ сотрясеніи уже послѣ 48 часовъ, листочки вторыхъ — на 4-й день. Продольные разрѣзы черезъ мѣста прикрѣпленія листочковъ показываютъ, что у основанія развился отдѣлительный слой. Такой-же отдѣлительный слой появляется у основанія общаго листоваго черешка на 6-й или 7-й день; при этихъ условіяхъ однако не образуется перидермы подъ отдѣлительнымъ слоемъ. Для опытовъ подобнаго рода могутъ служить также Fraxinus excelsior и Juglans regia.

Примѣчаніе къ XIV-му упражненію.

[1]) Литература у de Bary, Vergl. Anat. pag. 560; v. Höhnel Stzber. d. math. naturw. Cl. d. k. Acad. d. W. in Wien, Bd. LXXVI, 1877.

[2]) Klebahn, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVII.

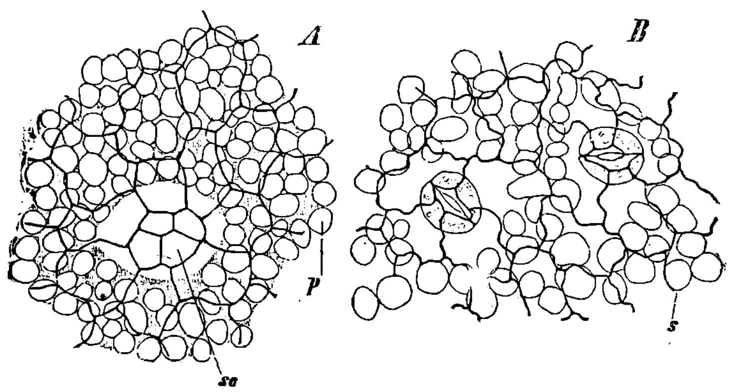
[3]) Введены фонъ-Генелемъ, Stzber, d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. W. in Wien. Bd. LXXVI pag. 522.

[4]) v. Mohl, Bot. Ztg. 1860. pag. 1, 132, 273. Bretfeld. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII, pag. 133; van Tieghem et Guignard, Bull. d. l. soc. bot. de France, 28 Jul. 1882.

XV. Упражненіе.

Строеніе листьевъ и цвѣточныхъ покрововъ. Окончаніе сосудистыхъ пучковъ.

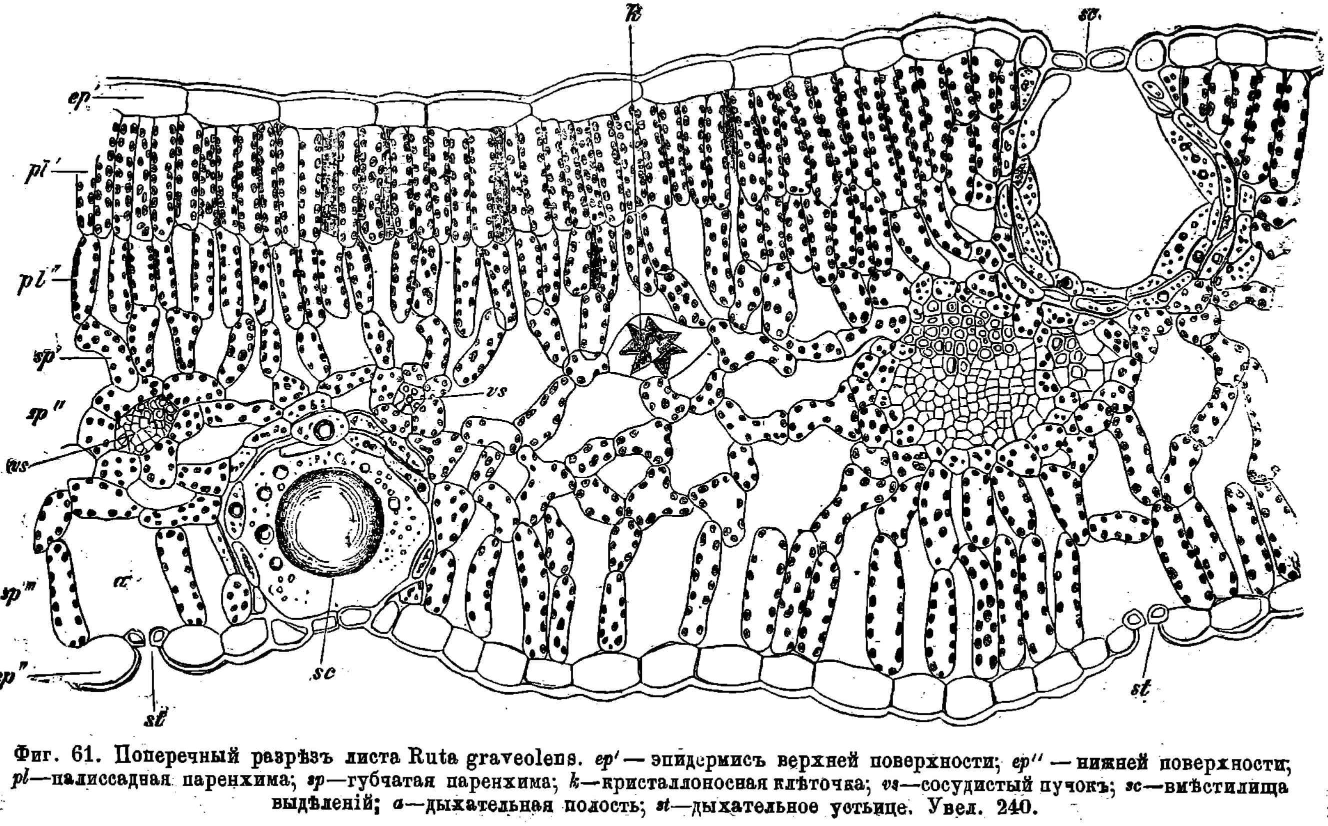
Попытаемся теперь рядомъ примѣровъ уяснить себѣ строеніе листьевъ и цвѣточныхъ покрововъ. Прежде всего обратимся къ листьямъ и именно къ такимъ формамъ, внутреннее строеніе которыхъ обнаруживаетъ возможно бо́льшую дифференцировку. Первымъ примѣромъ пусть будетъ Ruta graveolens, листья которой сохраняютъ свою свѣжесть большею частію даже зимою. Листья этого растенія удвоенно-перистые, листочки обратно-яйцевидные; если ихъ разсматривать на свѣтъ, то обнаруживаются свѣтлыя точки — вмѣстилища выдѣленій, наполненныя эѳирнымъ масломъ, «внутреннія желѣзы» въ ткани листа. Разсмотримъ эпидермисъ сначала съ поверхности и убѣдимся, что верхняя поверхность листа (фиг. 60, *A*) вовсе не имѣетъ ды-



Фиг. 60. Эпидермисъ и прилегающая къ нему ткань листа Ruta graveolens. *A* — эпидермисъ верхней поверхности, *sc* — эпидермальныя клѣточки надъ вмѣстилищами выдѣленій, *p*—палисадная паренхима; *B*—эпидермисъ нижней поверхности, *s* — губчатая паренхима. Наполненныя воздухомъ межклѣтныя пространства въ *A* затушованы, въ *B* оставлены свѣтлыми.

хательныхъ устьицъ, или-же эти послѣднія встрѣчаются въ небольшомъ числѣ, между тѣмъ на нижней поверхности (*B*) ихъ много. Надъ вмѣстилищами выдѣленій лежитъ большею частію четыре клѣточки (*A*, *sc*), какъ это можно видѣть на эпидермисѣ

и верхней и нижней поверхности. Эти четыре клѣточки занимаютъ средину неглубокой впадины. Въ болѣе толстыхъ частяхъ препарата, въ которыхъ вмѣстилища выдѣленій остались неразрѣзанными, въ этихъ послѣднихъ видна сильно преломляющая свѣтъ капля. Опуская трубку микроскопа, можно убѣдиться, что къ эпидермису верхней поверхности прилегаетъ зеленая ткань, состоящая изъ клѣточекъ, съ округлыми въ оптическомъ разрѣзѣ очертаніями (*A*, *p*). Боковыя поверхности этихъ клѣточекъ почти совершенно разъединены наполненными воздухомъ межклѣтными пространствами. Къ эпидермису нижней поверхности прилегаютъ тоже зеленыя, въ оптическомъ разрѣзѣ округлыя клѣточки (*B*, *s*), но въ значительно меньшемъ числѣ. Эти клѣточки тоже разъединены воздухомъ и, раздвинутыя особенно сильно надъ дыхательными устьицами, образуютъ здѣсь большія дыхательныя полости (*B*). Послѣ этой оріентировки обратимся теперь къ поперечному разрѣзу, который мы сдѣлаемъ въ направленіи, перпендикулярномъ къ длинной оси листочка, по извѣстному уже намъ методу, именно, заключивъ листокъ для рѣзанія въ бузинную сердцевину. Поперечный разрѣзъ показываетъ намъ ткань листа или мезофиллъ, лежащій между верхними кожицами обѣихъ поверхностей листа. Въ направленіи сверху внизъ, мы видимъ сначала эпидермисъ верхней поверхности (фиг. 61, *ep'*), затѣмъ двойной слой параллельныхъ, сильно удлиненныхъ, хлорофиллоносныхъ клѣточекъ, стоящихъ перпендикулярно къ верхней поверхности листа; мы ихъ называемъ палисадными клѣточками. Мы видѣли уже на поверхностномъ (параллельномъ поверхности листа) разрѣзѣ, что боковыя поверхности этихъ клѣточекъ почти совершенно разъединены; напротивъ, въ двухъ слѣдующихъ одинъ за другимъ слояхъ, концы ихъ смыкаются безъ промежутковъ. Элементы втораго палисаднаго слоя (*pl''*) менѣе многочисленны, чѣмъ элементы перваго слоя и потому двѣ палисадныя клѣточки внѣшняго слоя прилегаютъ къ одной клѣточкѣ внутренняго. За этими двумя палисадными слоями слѣдуетъ рыхлая ткань, простирающаяся до самаго эпидермиса нижней поверхности и образуетъ сѣть съ большими петлями; мы называемъ ее губчатою паренхимою; она содержитъ нѣсколько меньше хлорофилла, нежели палисадная ткань, клѣточки верхняго слоя губчатой паренхимы (*sp'*) плотно соединены съ внутренними палисадными клѣточками и прилегаютъ обыкновенно къ нѣсколькимъ палисаднымъ клѣточкамъ. Всѣ палисадныя клѣточки соединяются своими нижними концами съ нижележащими клѣточками, и если концы нѣкоторыхъ палисадныхъ клѣточекъ кажутся свободными (какъ, напримѣръ, на прилагаемой фигурѣ), то это происходитъ отъ того, что соединеніе ихъ съ другими клѣточками лежитъ не въ плоскости изображенія. Также точно не существуетъ свободныхъ окончаній и



Фиг. 61. Поперечный разрѣзъ листа Ruta graveolens. *ep'* — эпидермисъ верхней поверхности; *ep''* — нижней поверхности; *pl*—палиссадная паренхима; *sp*—губчатая паренхима; *k*—кристаллоносная клѣточка; *vs*—сосудистый пучокъ; *sc*—вмѣстилища выдѣленій; *a*—дыхательная полость; *st*—дыхательное устьице. Увел. 240.

въ губчатой паренхимѣ, и всѣ клѣточки соединены своими концами другъ съ другомъ. Клѣточки нижняго ряда губчатой паренхимы (sp''') удлинены въ направленіи эпидермиса нижней поверхности и примыкаютъ къ нему приблизительно подъ прямымъ угломъ, вслѣдствіе чего здѣсь получается образованіе среднее между губчатою паренхимою и палисадною паренхимою. Дыхательныя полости (a) подъ дыхательными устьицами (st) остаются свободными. Нѣкоторыя клѣточки губчатой паренхимы содержатъ друзу щавелево-кислой извести (k). Эти клѣточки лишены хлорофилла, имѣютъ боченкообразную форму и представляются какъ-бы висящими среди зеленыхъ клѣточекъ. У краевъ листочка внѣшнія стѣнки клѣточекъ эпидермиса сильно утолщены. Палисадный слой становится у края однорядным и переходитъ у нижней поверхности листа въ слой удлиненной губчатой паренхимы (sp''). Сосудистые пучки лежатъ въ губчатой паренхимѣ; наибольшій изъ нихъ, срединный нервъ листочка, простирается съ одной стороны почти до внутренняго палисаднаго слоя, а съ другой—до нижняго слоя удлиненной губчатой паренхимы. Въ самомъ сосудистомъ пучкѣ легко различаемъ болѣе темные сосуды и болѣе свѣтлую лубовую часть. Лучистое распредѣленіе элементовъ указываетъ на происходившую въ теченіи нѣкотораго времени дѣятельность камбія. Вокругъ сосудистаго пучка существуетъ паренхимное влагалище, клѣтки котораго уже содержатъ хлорофилловыя зерна, и къ которому прикрѣпляются клѣточки губчатой паренхимы. Сходное строеніе имѣютъ и меньшіе сосудистые пучки, какъ напримѣръ изображенный на рисункѣ На поперечномъ разрѣзѣ встрѣчаются и еще меньшіе сосудистые пучки (vs), состоящіе только изъ небольшаго числа сосудовъ и элементовъ луба; они бываютъ непосредственно окружены влагалищемъ изъ удлиненныхъ паренхимныхъ клѣточекъ. Вмѣстилища выдѣленій (sc) прилегаютъ къ эпидермису верхней или нижней поверхности. Они имѣютъ округлыя очертанія и ограничены слоемъ болѣе или менѣе дезорганизованныхъ клѣточекъ, за которымъ слѣдуетъ слой плоскихъ клѣточекъ съ зернистымъ содержимымъ и довольно толстыми бѣлыми стѣнками. Къ этимъ клѣточкамъ примыкаетъ хлорофиллоносный мезофиллъ. Эпидермальныя клѣточки, лежащія надъ вмѣстилищами выдѣленій, болѣе плоскія, нежели сосѣднія. Летучее масло легко удаляется посредствомъ алкоголя. — Поверхностные разрѣзы у основанія общаго черешка обнаруживаютъ эпидермисъ изъ болѣе вытянутыхъ клѣточекъ, съ дыхательными устьицами какъ на верхней, такъ и на нижней сторонѣ. Подъ эпидермисомъ лежитъ слой удлиненныхъ, колленхимообразныхъ клѣточекъ, а затѣмъ уже хлорофиллоносная ткань. На поперечномъ разрѣзѣ видимъ сначала эпидермисъ, утолщенный съ внѣшней стороны, затѣмъ однорядный слой утолщенныхъ колленхимныхъ клѣточекъ, ко-

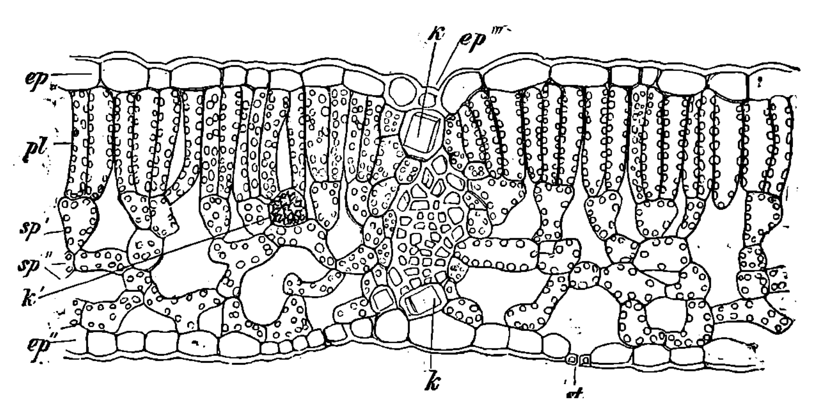
торыхъ нѣтъ только подъ дыхательными устьицами. Два или три слоя палисадообразно удлиненныхъ зеленыхъ клѣточекъ вездѣ одинаково развиты, но на нижней сторонѣ образуютъ нѣсколько менѣе плотную ткань. Къ этимъ слоямъ прилегаютъ круглыя, сначала зеленыя, а затѣмъ безцвѣтныя клѣточки, которыя, по направленію внутрь, становятся больше. Въ этомъ цилиндрѣ изъ безцвѣтныхъ клѣточекъ проходятъ сосудистые пучки, изъ которыхъ наибольшій идетъ вдоль средины, но ближе къ нижней сторонѣ; другіе пучки располагаются кругомъ этого, въ обѣ стороны становятся меньше, и древесинныя части ихъ обращены къ срединѣ черешка. Болѣе значительные изъ этихъ пучковъ покрыты снаружи склеренхимными волокнами. Въ подобныхъ пучкахъ и дѣятельность камбія очевидно продолжалась болѣе долгое время, образуя по направленію внутрь вторичную древесину, а наружу — вторичный, тонкостѣнный лубъ. Болѣе значительной величины сосуды находятся только во внутреннихъ частяхъ сосудистаго пучка, периферическія-же части содержатъ толко трахеиды съ окаймленными порами.

Для втораго примѣра возьмемъ листья Fagus silvatica. Благодаря незначительной толщинѣ этихъ листьевъ, изъ нихъ гораздо труднѣе сдѣлать тонкій разрѣзъ; а потому межъ двухъ кусочковъ бузины надо класть очень узкія полоски листа. Дыхательными устьицами снабженъ только эпидермисъ нижней стороны. Къ эпидермису верхней стороны (фиг. 62, *ep*) въ листьяхъ, взятыхъ съ освѣщаемыхъ солнцемъ мѣстъ, прилегаетъ слой значительно удлиненныхъ палисадныхъ клѣточекъ (*pl*), которыя въ большей или меньшей степени отдѣлены одна отъ другой межклѣтными пространствами. Книзу онѣ сходятся пучкообразно и къ каждому пучку примыкаетъ одна или нѣсколько воронкообразно расширенныхъ клѣточекъ губчатой паренхимы (*sp'*). Эти послѣднія соединяются съ удлиненными клѣточками губчатой паренхимы, образуя вмѣстѣ съ ними рыхлую сѣть, простирающуюся до эпидермиса нижней стороны (*ep''*). Среди клѣточекъ губчатой паренхимы находятся отдѣльныя клѣточки, содержащія кристаллическую друзу (*k'*). Главный нервъ и боковые нервы перваго порядка сильно выдаются на нижней поверхности листа въ видѣ листовыхъ жилокъ. Выдающаяся часть приблизительно въ двое толще остальныхъ частей листа. Сосудистый пучекъ вдается въ выдающуюся жилку. Эта послѣдняя покрыта удлиненными клѣточками эпидермиса, за которыми слѣдуютъ удлиненныя колленхимныя клѣточки Къ послѣднимъ примыкаютъ клѣточки, содержащія по одному кристаллу, а за ними слѣдуетъ многорядный слой склеренхимныхъ волоконъ, образующихъ влагалище вокругъ всего сосудистаго пучка. Съ верхней стороны палисадный слой надъ сосудистымъ пучкомъ въ

одномъ мѣстѣ прерывается и замѣщается колленхимою, за которою слѣдуетъ узкая полоска удлинённыхъ клѣтокъ эпидермиса (ср. также при *ep'''*). Склеренхимное влагалище окружено слоемъ хлорофиллоносныхъ клѣточекъ, къ которымъ примыкаютъ клѣточки губчатой паренхимы.

Нервы представляютъ механическую систему листьевъ, которые должны быть построены такъ, чтобъ они оказывали сопротивленіе сгибанію. Балки распредѣлены равномѣрно на поверхности листа, плоскость сопротивленія направлена перпендикулярно къ этой поверхности. Верхняя поверхность листа главнымъ образомъ напряжена на растяженіе, нижняя на сжатіе. Балки въ настоящемъ случаѣ имѣютъ I-образную форму; сосудистый пучокъ образуетъ заполненіе балки. Способность сопротивленія подверженной сжатію нижней схватки увеличивается возможно болѣе глубокимъ отдѣленіемъ ея изъ нижней поверхности листа въ выдающіеся его нервы. Пластинка листа сильно натянута нервами и вмѣстѣ съ этимъ получаетъ при помощи послѣднихъ необходимую прочность, ограждающую ее отъ разрыва.

Сосудистые пучки меньшіе, чѣмъ изображенный на нижеслѣдующемъ рисункѣ, съ верхней и нижней стороны усилены только нѣсколькими склеренхимными волокнами. Послѣднія развѣтвленія сосудистыхъ пучковъ лишены склеренхимнаго покро-



Фиг. 62. Поперечный разрѣзъ листа Fagus silvatica. *ep* — эпидермисъ; *pl* — палисадная паренхима; *sp*—губчатая паренхима; *k*—кристаллоносныя клѣточки, въ *k'* кристаллическая друза; *st*—дыхательное устьице. Увел. 360.

ва, и вся ихъ окружность покрыта непосредственно паренхимнымъ влагалищемъ. Мелкіе сосудистые пучки сопровождаются съ древесинной и съ лубовой стороны кристаллоносными клѣточками (*k*). Какъ на нижней, такъ и на верхней сторонѣ листа клѣточки эпидермиса надъ ними нѣсколько удлинены и образу-

ютъ немного углубленныя полоски. Клѣточки эпидермиса надъ нервами несутъ склеренхимообразные волоски, которые однако на вполнѣ выросшихъ частяхъ листа отпадаютъ.

Не трудно убѣдиться, что листья бука съ солнечныхъ мѣстностей значительно толще и тѣмъ тоньше становятся, чѣмъ въ большей тѣни развиваются [2]. Утолщеніе, какъ въ томъ убѣждаетъ микроскопическое изслѣдованіе, происходитъ на счетъ палисадной паренхимы, которая можетъ значительно удлиниться и стать многослойной. Палисадная паренхима представляетъ именно ту ткань, которая приспособлена для сильнаго освѣщенія, между тѣмъ какъ губчатая паренхима принаровлена для свѣта меньшей интенсивности. Въ палисадныхъ клѣточкахъ хлорофилловыя зерна видны только въ профиль, т. е. распредѣленными вдоль длинныхъ боковыхъ стѣнокъ, гдѣ они, смотря по интенсивности освѣщенія, вдаются только больше или меньше въ полость клѣточки. Напротивъ того, въ клѣточкахъ губчатой паренхимы хлорофилловыя зерна могутъ обнаружить, соотвѣтственно интенсивности освѣщенія, или плоскостное положеніе или боковое (въ профиль), т. е. располагаются или у параллельныхъ, или у вертикальныхъ къ поверхности листа стѣнокъ. Лучи свѣта встрѣчаютъ раньше хлорофилловыя зерна палисадныхъ клѣточекъ, между тѣмъ какъ клѣточки губчатой паренхимы получаютъ свѣтъ, уже ослабленный поглощеніемъ въ палисадныхъ клѣточкахъ. Послѣдній недостатокъ умѣряется частію тѣмъ, что въ клѣточкахъ губчатой паренхимы хлорофиловыя зерна могутъ принимать плоскостное положеніе. Но если сила освѣщенія становится для губчатой паренхимы слишкомъ большою, то ея хлорофилловыя зерна переходятъ въ боковое положеніе. Въ буковыхъ листьяхъ, развившихся подъ вліяніемъ самаго сильнаго освѣщенія, почти вся зеленая ткань состоитъ изъ палисадной паренхимы, между тѣмъ приблизительно въ три раза тоньше листья, выросшіе въ глубокой тѣни, обнаруживаютъ почти одну только губчатую паренхиму.

Прибавимъ [3] къ нашимъ морфологическимъ изслѣдованіямъ еще нѣкоторыя физіологическія соображенія и провѣримъ ихъ на микроскопическихъ препаратахъ.

Ассимиляція углерода происходитъ въ хроматофорахъ опредѣленной окраски, у высшихъ растеній именно, въ зеленыхъ хлорофилловыхъ зернахъ. Слѣдовательно, только эти окрашенныя протоплазматическія тѣла обладаютъ способностію разлагать подъ вліяніемъ достаточно сильнаго свѣта углекислоту и воду и образовать изъ нихъ богатыя углеродомъ соединенія. Процессъ этотъ долженъ происходить главнымъ образомъ въ палисадныхъ клѣткахъ, и потому эти послѣднія въ физіологическомъ отношеніи можно назвать по преимуществу ассимиля-

торными клѣточками. Палисадныя-же клѣточки, какъ мы видѣли, въ боковомъ направленіи болѣе или менѣе значительно отдѣлены одна отъ другой, а по направленію внутрь сходятся пучкообразно. Поэтому ассимилированныя вещества не передаются изъ клѣточки въ клѣточку въ боковомъ направленіи, а направляются внутрь листа. Здѣсь къ пучкамъ палисадныхъ клѣточекъ примыкаютъ клѣточки губчатой паренхимы, которыя въ мѣстахъ соединенія часто бываютъ расширены (*sp'* фиг. 61) и которыя, по своей физіологической функціи, могутъ быть названы принимающими или собирающими клѣточками. Слѣдующія за ними клѣточки губчатой паренхимы, съ той-же точки зрѣнія, могутъ быть названы приводящими (фиг. 61 и 63). Губчатая паренхима заключаетъ болѣе значительныя воздушныя полости, которыя сообщаются съ дыхательными полостями дыхательныхъ устьицъ; она представляетъ собою поэтому и «вентиляціонную ткань». Вмѣстѣ съ тѣмъ она и «транспираціонная ткань», такъ какъ на поверхности ея клѣточекъ происходитъ обильное испареніе въ межклѣтныя пространства. Наконецъ, собирающая и приводящая ткань, благодаря содержащемуся въ ней хлорофиллу, представляетъ собою и ассимиляторную ткань. Клѣточки губчатой паренхимы примыкаютъ къ паренхимнымъ влагалищамъ сосудистыхъ пучковъ. Въ концѣ концовъ онѣ доставляютъ этимъ послѣднимъ продукты ассимиляціи, которые проводятся дальше, частію по самымъ паренхимнымъ влагалищамъ, частію-же по лубовымъ элементамъ сосудистыхъ пучковъ, вслѣдствіе чего эти послѣдніе представляютъ собою проводящіе пучки. Но вмѣстѣ съ тѣмъ сосудистые пучки являются проводящими пучками для воды, которая движется по древесинной части и передается отсюда окружающей ткани, собираясь отчасти въ эпидермисѣ, играющемъ роль воднаго резервуара. Отводящая ткань окружающаго сосудистый пучокъ паренхимнаго влагалища образуетъ въ то-же время своими утолщенными, придающими крѣпость «механическими» клѣточками— выдающіяся жилки листьевъ, въ качествѣ «паренхимы нервовъ» (Nervenparenchym). Эта паренхима нервовъ продолжается въ основную ткань листоваго черешка, которая состоитъ главнымъ образомъ — какъ мы это видѣли у Ruta — изъ приводящихъ или отводящихъ и механическихъ элементовъ. Ассимиляторныя клѣточки играютъ въ ней лишь подчиненную роль.

Разсмотримъ теперь внутреннее строеніе листочка цвѣточнаго покрова и воспользуемся этимъ благопріятнымъ случаемъ, чтобы познакомиться съ прохожденіемъ и окончаніемъ сосудистыхъ пучковъ въ этомъ послѣднемъ. Лепестки Verbascum nigrum даютъ возможность разсмотрѣть вѣтвленіе и окончаніе сосудистыхъ пучковъ и узнать строеніе нѣжныхъ лепестковъ вѣнчика. Воздухъ, пристающій къ свѣтло-желтому ле-

пестку, легко удаляется постукиваніемъ по покровному стеклышку. Алкоголь въ данномъ случаѣ нельзя примѣнить, такъ какъ онъ портитъ ясность препарата. Лепестокъ обнаруживаетъ нѣжный эпидермисъ на верхней и нижней сторонѣ и отъ двухъ до четырехъ слоевъ клѣточекъ губчатой паренхимы. У краевъ находимъ только два слоя, и число ихъ возрастаетъ по направленію къ срединѣ, пока не достигнетъ четырехъ. Какъ наиболѣе развитые сосудистые пучки, такъ и такія ихъ развѣтвленія, которыя редуцированы до того, что состоятъ изъ однихъ спиральныхъ сосудовъ, окружены слоемъ удлиненныхъ, тонкостѣнныхъ паренхимныхъ клѣтокъ. Такія паренхимныя влагалища замыкаются спереди надъ окончаніями пучковъ. Въ ихъ клѣточкахъ наблюдается движеніе протоплазмы. Сильно развѣтвленныя клѣточки губчатой паренхимы примыкаютъ къ элементамъ паренхимнаго влагалища. Особенно поучителенъ видъ окончаній сосудистыхъ пучковъ въ тѣхъ случаяхъ, когда клѣточки губчатой паренхимы примыкаютъ къ влагалищу лучисто.

Лепестки Papaver Rhoeas, послѣ того какъ воздухъ съ нихъ удаленъ постукиваніемъ по покровному стеклышку, тоже можно изучать безъ предварительной препарировки. Здѣсь, кромѣ эпидермиса верхней и нижней стороны, находимъ только одинъ слой губчатой паренхимы. Сосудистые пучки нигдѣ не оканчиваются свободно, но собираются въ видѣ сходящихся дугъ къ краю листа. Они окружены на всемъ своемъ протяженіи однослойнымъ паренхимнымъ влагалищемъ. Къ этому послѣднему примыкаютъ съ обѣихъ сторонъ клѣточки губчатой паренхимы.

Примѣчаніе къ XV-му упражненію.

[1]) Срав. Haberlandt, in Encykl. d. Naturwiss., Handb. d. Bot. Bd. II., pag 614; J. v. Sachs, Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie pag. 59 ff.

[2]) Срав. Stahl, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVI, 1883; Ueber den Einfl. des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

[3]) Срав. Haberlandt, in Encykl. d. Naturwiss., Handb. d. Bot. II., pag. 640.

XVI. Упражненіе.

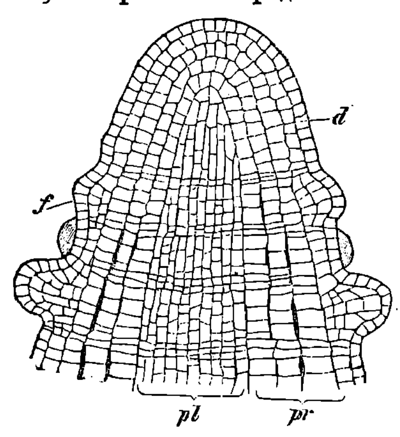
Конусъ возрастанія стебля, дифференцировка тканей, прохожденіе сосудистыхъ пучковъ.

Теперь задача наша будетъ состоять въ томъ, чтобы на нѣсколькихъ удачно выбранныхъ примѣрахъ познакомиться съ строеніемъ точекъ возрастанія у сосудистыхъ растеній. Для перваго примѣра избираемъ явнобрачное растеніе съ сильно развитымъ, легко препарируемымъ конусомъ возрастанія, именно Hippuris vulgaris [1]). Для изслѣдованія беремъ сильные побѣги. Отрѣзываемъ у такихъ побѣговъ на разстояніи около одного сантиметра отъ вершины стебля верхушечныя почки и удаляемъ съ нихъ сперва всѣ болѣе крупные листья. Затѣмъ зажимаемъ почку, верхушкою книзу, между большимъ и указательнымъ пальцами и стараемся сдѣлать изъ нея срединный продольный разрѣзъ. Съ этою цѣлью проводятъ бритву между двумя пальцами въ возможно болѣе отвѣсномъ направленіи. Сначала разрѣзываютъ почку пополамъ. Каждую половину въ свою очередь рѣжутъ такимъ же образомъ. Затѣмъ выбираютъ ближайшій къ срединѣ разрѣзъ и, если онъ еще не достаточно тонокъ, разрѣзываютъ его опять пополамъ и поступаютъ такъ до тѣхъ поръ, пока не получится достаточно тонкій разрѣзъ. На первый разъ эта операція можетъ быть и не удается, но вообще не представитъ слишкомъ большихъ затрудненій и упражненіемъ она усваивается скоро. Впрочемъ, кто не можетъ преодолѣть являющагося вначалѣ затрудненія, тотъ можетъ достигнуть цѣли и другимъ путемъ. Вмѣсто зажиманія между пальцами, предметъ помѣщаютъ между двухъ плоскихъ кусочковъ бузинной сердцевины и проводятъ бритву между этими послѣдними. Конечно, удачный разрѣзъ зависитъ при этомъ способѣ больше отъ случая. Предметы, которые, подобно настоящему, обладаютъ достаточною толщиною и плотностію, можно также зажимать межъ двухъ кусочковъ бузинной сердцевины и рѣзать вмѣстѣ съ этими послѣдними, какъ мы уже дѣлали это въ прежнихъ случаяхъ.

Изъ числа полученныхъ разрѣзовъ выбираемъ затѣмъ для изслѣдованія дѣйствительно срединный; мы узнаемъ его по тонкому, правильно развитому конусу возрастанія. Этотъ конусъ возрастанія образуетъ листья въ видѣ многочисленныхъ

мутовокъ, и потому они поднимаются на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершины по окружности конуса возрастанія въ видѣ отдѣльныхъ, равномѣрно распредѣленныхъ бугорковъ. Ниже второй отъ верху мутовки начинаютъ обозначаться стеблевые узлы, въ видѣ поперечныхъ, болѣе плотныхъ пластинокъ ткани, надъ которыми и подъ которыми, въ корѣ стебля, появляются воздушные ходы. Эти воздушные ходы, простирающіеся отъ одной узловой пластинки до другой, увеличиваются по мѣрѣ увеличенія толщины стебля. Междоузлія быстро и равномѣрно удлиняются, и, соотвѣтственно, этому возрастаетъ и толщина ихъ. Приблизительно подъ четвертою сверху мутовкою начинаютъ развиваться въ стеблѣ сосуды. Они очень хорошо обнаруживаются, если подѣйствовать ѣдкимъ кали. Сосуды появляются въ продольной оси стебля. Они принадлежатъ сосудистому пучку, который наростаетъ акропетально и заканчивается кверху отдѣльными кольчатыми сосудами. Только въ десятомъ—двѣнадцатомъ узлѣ обнаруживаются тѣ сосуды, которые принадлежатъ листьямъ. Такимъ образомъ, мы находимъ у Hippuris только одинъ, принадлежащій стеблю сосудистый пучекъ, который поэтому называютъ «стеблевымъ»; а къ нему прикладываются сосудистые пучки, принадлежащіе листьямъ и потому называемые «листовыми».—Въ пазухахъ листьевъ, недалеко отъ верхушки, начинаютъ подниматься плоскіе бугорки, которые представляютъ зачатки вѣерообразныхъ чешуекъ, сидящихъ на одноклѣтной ножкѣ. Зачатки стеблевыхъ (осевыхъ) почекъ встрѣчаемъ только у такихъ экземпляровъ, которые находятся въ цвѣтеніи.—Чтобы подробнѣе познакомиться съ строеніемъ конуса возростанія, возьмемъ хорошій срединно-продольный разрѣзъ и обработаемъ его Eau de Javelle [2]). Тотчасъ-же въ препаратѣ начинаютъ отдѣляться пузырьки газа. Смотря по обстоятольствамъ, дѣйствіе реактива должно продолжаться больше или меньше времени. Наилучшіе препараты получаются изъ алкогольнаго матеріала. Eau de Javelle растворяетъ клѣточное содержимое, причемъ ясно обнаруживаются стѣнки клѣточекъ. Вскорѣ ясно можно различать ряды клѣточекъ. Какъ только необходимая степень просвѣтленія уже достигнута, препаратъ промываютъ въ водѣ. Если разрѣзъ сдѣлался слишкомъ прозрачнымъ, то его можно исправить посредствомъ прибавленія алкоголя или раствора квасцовъ. Если-бы къ препарату пристали выдѣлившіяся зерна извести, то для ихъ удаленія прибавляютъ сильно разбавленной уксусной кислоты. Промытые препараты можно сохранять въ глицеринѣ, но только надо ихъ класть въ сильно разбавленный глицеринъ, которому даютъ медленно сконцентрироваться на воздухѣ. Eau de Javelle можно примѣнять какъ въ этомъ, такъ и въ другихъ случаяхъ, когда требуется растворить содержимое клѣточекъ и обнаружить ихъ стѣнки. На кути-

низированныя оболочки Eau de Javelle начинаетъ вскорѣ дѣйствовать. Если клѣточки очень богаты содержаніемъ запасныхъ веществъ, то употребленіе Eau de Javelle представляетъ немного преимуществъ. Если не имѣется подъ рукою Eau de Javelle, то разрѣзъ обрабатываютъ концентрированнымъ растворомъ ѣдкаго кали, промываютъ и кладутъ въ концентрированную уксусную кислоту. Спустя немного времени, его разсматриваютъ въ той-же уксусной кислотѣ или въ уксусно-кисломъ кали. Хорошо при этомъ класть разрѣзъ не непосредственно на предметную пластинку, но на лежащее на этой послѣдней покровное стеклышко, послѣ чего препаратъ накрывается другимъ покровнымъ стеклышкомъ. Это даетъ возможность, въ случаѣ надобности, перевернуть разрѣзъ вмѣстѣ съ покровными стеклышками на другую сторону и, такимъ образомъ, можно его разсмотрѣть съ обѣихъ сторонъ; но должно смотрѣть, чтобы жидкость не попала подъ нижнее покровное стеклышко. — Мы констатируемъ теперь при болѣе сильномъ увеличеніи (срав. фиг. 63) совершенно опредѣленное расположеніе клѣточекъ въ «меристемѣ» конуса возрастанія. Мы видимъ колпачкообразные слои клѣточекъ, перегородки которыхъ образуютъ систему конфокальныхъ параболъ. Самый поверхностный слой, покрывающій конусъ возростанія и переходящій въ видѣ однорядного слоя и на зачатки листьевъ, есть дерматогенъ (*d*), производящій эпидермисъ. Подъ этимъ слоемъ можно прослѣдить въ верхушкѣ еще четыре или даже большее число недифференцированныхъ (меристемныхъ) слоевъ, которые принадлежатъ «периблемѣ» (*pr*), изъ которой развивается кора стебля. Наконецъ, находимъ еще центральный цилиндръ, который кверху заостряется конусообразно и оканчивается большею частію одной клѣточкой и изъ котораго, какъ можно убѣдиться по болѣе удаленнымъ отъ верхушки частямъ разрѣза, происходитъ осевой сосудистый пучекъ стебля. Эту ткань называютъ плеромою (*pl*). Такимъ образомъ эпидермисъ, кора и осевой сосудистый пучекъ имѣютъ у Hippuris'а свои собственные «гистогены». Отдѣльной верхушечной клѣточки не существуетъ, но отдѣльные гистогены заканчиваются близь верхушки конуса возростанія одною или

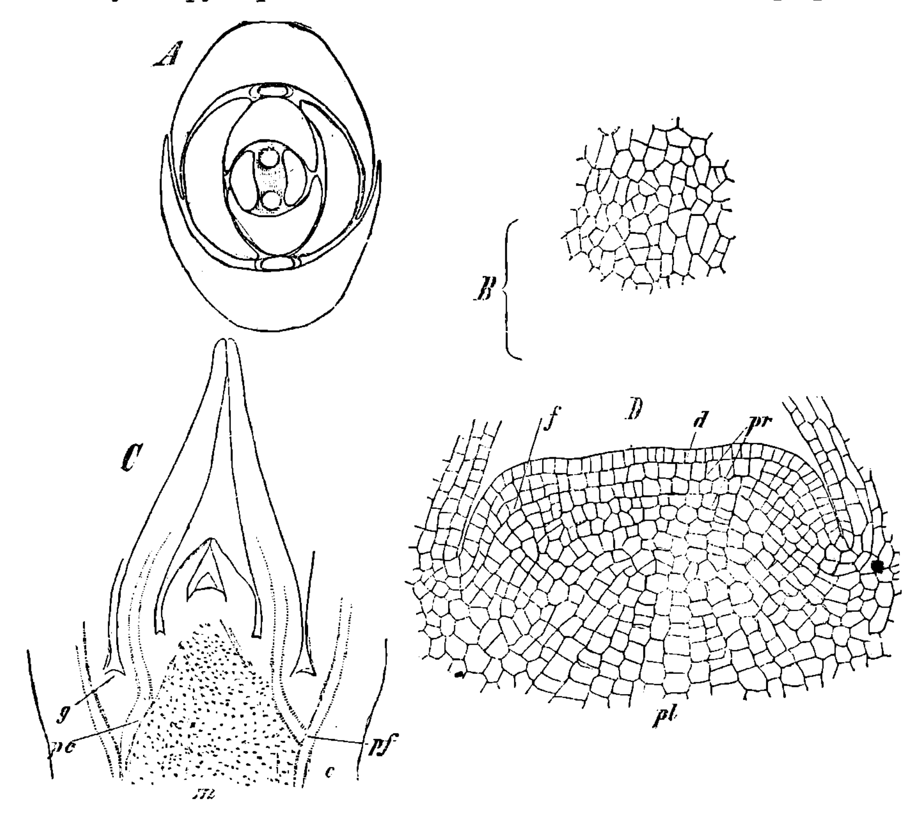


Фиг. 63. Продольный разрѣзъ конуса возростанія Hippuris vulgaris. *d*—дерматогенъ; *pr*—периблема; *pl*—плерома; *f*—зачатокъ листа. Увел. 240.

нѣсколькими «иниціальными» клѣточками. Должно однако теперь же замѣтить, что не у всѣхъ явнобрачныхъ въ конусѣ возростанія различаются «гистогены» такъ отчетливо, какъ въ данномъ случаѣ. У многихъ голосѣмянныхъ (Abietineae, Cycadeae) не существуетъ рѣзкой границы между дерматогеномъ и периблемою, иногда даже и периблема отъ плеромы отличается незамѣтно. У покрытосѣмянныхъ дерматогенъ всегда рѣзко отдѣляется, но границы между периблемою и плеромою часто не бываетъ. Поэтому, здѣсь важно не различіе тканей, простирающееся въ меристему конуса возростанія, но механическое расположеніе стѣнокъ клѣточекъ, придающее молодой ткани необходимую крѣпость. Въ этомъ расположеніи ясно обнаруживается прямоугольное пересѣченіе антиклинныхъ, т. е. перпендикулярныхъ къ поверхности, съ периклинными, т. е. параллельными къ поверхности стѣнками [3]). Тѣмъ не менѣе, названія: дерматогенъ, периблема, плерома можно удержать, потому что расположеніе слоевъ клѣточекъ, подобное разсмотрѣнному нами у Hippuris, часто повторяется въ конусахъ возростанія различныхъ явнобрачныхъ и потому термины эти могутъ быть удобны для обозначенія опредѣленныхъ частей конуса возростанія. Изъ дерматогена у покрытосѣмянныхъ растеній, за немногими исключеніями, развивается одинъ только эпидермисъ. Но система сосудистыхъ пучковъ не всегда пріурочена къ плеромѣ, а можетъ замѣчаться и въ периблемѣ. — Для образованія зачатковъ листьевъ въ самомъ наружномъ слоѣ периблемы происходятъ сначала периклиническія дѣленія (при *f*), за которыми слѣдуютъ антиклиническія. Дерматогенъ вытягивающагося участка остается однослойнымъ, онъ дѣлится только антиклиническими перегородками. Также точно при образованіи зачатковъ почекъ въ наружномъ слоѣ периблемы происходятъ периклиническія и антиклиническія, а въ дерматогенѣ только антиклиническія дѣленія.

Разсмотримъ теперь плоскій конусъ возростанія, свойственный большинству явнобразныхъ. Примѣромъ можетъ служить Evonymus japonicus [4]), который разводятъ въ качествѣ украшающаго кустарника во всѣхъ садахъ, и почки котораго легко рѣзать. Сначала дѣлаемъ поперечные разрѣзы, чтобы познакомиться съ видомъ конуса возростанія сверху. Разрѣзы эти обрабатываемъ такимъ же образомъ, какъ и разрѣзы изъ Hippuris. При слабомъ увеличеніи конусъ возростанія представится намъ въ видѣ плоскаго бугорка, окруженнаго самыми молодыми зачатками листьевъ. Эти послѣдніе располагаются въ видѣ чередующихся двучленныхъ мутовокъ, т. е. навкрестъ, какъ обыкновенно говорятъ. Каждая новая пара листьевъ появляется, послѣ соотвѣтственнаго увеличенія конуса возрастанія, противъ промежутковъ двухъ предъидущихъ листьевъ (фиг. 64, *A*). Если употребимъ теперь болѣе сильное увеличеніе, то весьма

легко можно будетъ прослѣдить расположеніе клѣточекъ на верхушкѣ. Фиг. 64, *B* даетъ подобное изображеніе; особой верхушечной клѣточки не существуетъ. — Поперечные разрѣзы, проведенные близко отъ верхушки, обнаруживаютъ скоро начинающуюся дифференцировку на первичную сердцевину, «прокамбій», который долженъ произвесть сосудистые пучки, и первичную кору. Прокамбіальный поясъ имѣетъ здѣсь въ разрѣзѣ



Фиг. 64. Верхушка стебля Evonymus japonicus. *A* — видъ ея сверху, увел. 12 разъ. *B* — конусъ возростанія сверху, увел. 240 разъ. *C* — срединно-продольный разрѣзъ верхушки стебля, увел. 28 разъ. *D* — срединно-продольный разрѣзъ конуса возростанія, увел. 240 разъ. *d*—дерматогенъ; *pr*—периблема; *pl*—плерома; *f*—зачатокъ листа; *g*—зачаточекъ почки; *pf*—листовые слѣды; *pc*—кольцо прокамбія; *m*—сердцевина; *c*—кора.

форму ромбической фигуры съ нѣсколько выдающимися и закругленными ребрами. Эта фигура удлиняется попеременно въ направленіи вновь присоединяющихся прокамбіальныхъ пучковъ. Прокамбій состоитъ изъ тонкостѣнныхъ, узкихъ, радіально рас-

положенныхъ клѣточекъ. Въ углахъ фигуры начинается развитіе элементовъ сосудистаго пучка: элементовъ протофлоэмы съ наружной и спиральныхъ сосудовъ съ внутренней стороны прокамбіальнаго пояса. Этотъ поясъ начинающейся дифференцировки элементовъ сосудистыхъ пучковъ не отграничивается отъ прочихъ элементовъ прокамбіальной ткани. Прокамбіальный поясъ прерывается въ мѣстахъ приложенія листовыхъ сосудистыхъ пучковъ, чтобы принять ихъ. Въ пазухахъ молодыхъ листьевъ мы находимъ по одной пазушной почкѣ.—Срединно-продольный разрѣзъ представленъ слабо увеличеннымъ на фиг. 64, *C*. Плоскій конусъ возростанія, постепенно увеличивающіеся зачатки листьевъ, пазушныя почки (*g*), дифференцировка первичной сердцевины (*m*), прокамбіальнаго пояса (*pc*), общихъ листьямъ и стеблю пучковъ [такъ называемыхъ листовыхъ слѣдовъ (*pf*)] и первичной коры (*c*) видны сразу. Сердцевина и кора содержатъ большое количество друзъ щавелево-кислой извести. Въ свѣжихъ, изслѣдуемыхъ въ водѣ разрѣзахъ, сердцевина и кора представляются зеленоватыми, между тѣмъ какъ прокамбіальный поясъ кажется свѣтлымъ. Чтобы прослѣдить распредѣленіе клѣточекъ въ конусѣ возрастанія, опять примѣняемъ ѣдкое кали и уксусную кислоту. Снаружи конуса возрастанія находимъ однослойный дерматогенъ (фиг. 64, *D*, *d*); подъ нимъ три колпачкообразныхъ слоя, которые мы должны считать периблемою (*pr*), и затѣмъ центральный, сплошной цилиндръ ткани, не вездѣ рѣзко отграничивающійся отъ периблемы, это—плерома (*pl*). Конусъ возрастанія представляется между послѣдними двумя значительно развитыми зачатками листьевъ очень узкимъ; такимъ онъ получается обыкновенно. Напротивъ того, нерѣдко приходится сдѣлать много разрѣзовъ, прежде чѣмъ удается увидѣть первые зачатки листьевъ. Если это удалось, то представляется картина, подобная изображенной на прилагаемой фиг. 64, *D*. Тогда конусъ возрастанія представляется гораздо болѣе широкимъ и можно въ немъ лучше прослѣдить гистогены. Развитіе листьевъ начинается дѣленіями въ двухъ самыхъ внѣшнихъ слояхъ клѣточекъ периблемы (при *f*); дерматогенъ остается однослойнымъ. — Такія же дѣленія происходятъ и въ пазухѣ третьей отъ верху пары листьевъ для образованія пазушныхъ почекъ; и здѣсь процессъ начинается периклиническими дѣленіями въ гиподермальномъ слоѣ. — Съ достовѣрностію можно утверждать, что дерматогенъ производитъ только эпидермисъ, периблема — кору и плерома — сердцевину стебля. Труднѣе доказать, что и прокамбіальный поясъ развивается изъ плеромы. Что сосудистые пучки развиваются не исключительно изъ одной только плеромы, это явствуетъ уже изъ того обстоятельства, что та часть сосудистаго пучка, которая переходитъ въ листъ, образуется въ корѣ, слѣдовательно изъ периблемы, и что

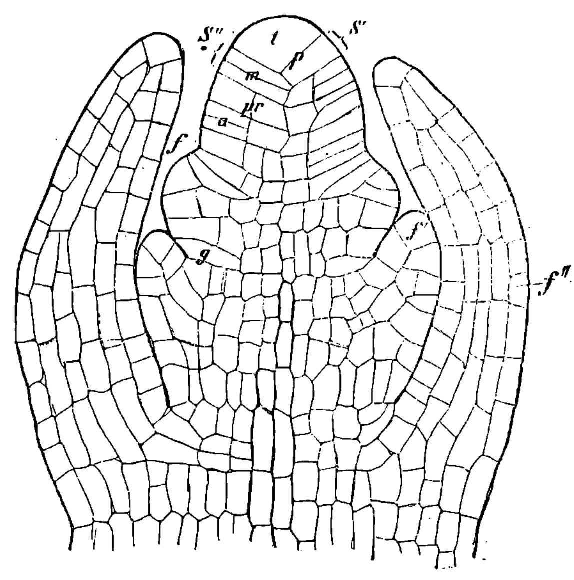
вся внутренняя ткань листа, вмѣстѣ съ сосудистыми пучками, является продуктомъ периблемы.

Въ заключеніе разсмотримъ еще и тайнобрачное растеніе, наростающее при посредствѣ верхушечной клѣтки, и для примѣра возьмемъ, какъ самый удобный объектъ, Equisetum arvense [5]). У этого растенія верхушечная клѣтка обнаруживается сравнительно легко. Для изслѣдованія берутъ развивающіеся побѣги или свѣжими, или изъ алкоголя. Отрѣзываемъ кончикъ побѣга приблизительно въ 10 *mm.* длины и затѣмъ, какъ и въ прежнихъ случаяхъ, дѣлаемъ разрѣзы, защемляя этотъ кусочекъ между пальцами, верхушкою книзу.

Изъ числа полученныхъ продольныхъ разрѣзовъ выбираемъ такой, который имѣетъ неповрежденный конусъ возрастанія конической формы. Чтобы можно было разсмотрѣть распредѣленіе клѣточекъ въ этомъ конусѣ, большею частію необходимо бываетъ просвѣтлить его немного, что лучше всего сдѣлать посредствомъ Eau de Javelle, но тоже можетъ быть сдѣлано и при помощи небольшаго количества ѣдкаго кали. Если-бы этотъ послѣдній подѣйствовалъ слишкомъ сильно и просвѣтлилъ конусъ возростанія до такой степени, что оболочки клѣточекъ стали незамѣтны, то препаратъ можно исправить прибавленіемъ достаточнаго количества воды. При изслѣдованіи свѣжаго матеріала должно избѣгать употребленія всѣхъ водоотнимающихъ веществъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ конусъ возростанія сморщится. Напротивъ того, разрѣзы, сдѣланные изъ алкогольнаго матеріала, можно класть въ глицеринъ, но только непосредственно, а не послѣ предварительнаго помѣщенія въ водѣ. Разрѣзы, обработанные посредствомъ Eau de Javelle, нельзя класть прямо въ концентрированный глицеринъ, а надо ихъ положить въ сильно разбавленный глицеринъ, который оставляютъ стоять на воздухѣ, чтобы онъ сконцентрировался. Разрѣзы, просвѣтленные посредствомъ раствора ѣдкаго кали, можно нейтрализовать уксусной кислотой и сохранять въ уксусно-кисломъ кали. Такъ какъ въ данномъ случаѣ особенно важно, чтобы можно было разсмотрѣть разрѣзъ съ обѣихъ сторонъ, то мы его помѣщаемъ между двумя покровными стеклышками, какъ уже дѣлали это съ конусомъ возростанія Hippuris.

Если разрѣзъ конуса возростанія сдѣлать въ надлежащемъ направленіи, въ такомъ случаѣ его трехгранно-пирамидальная (трехсторонне-заостренная), снабженная выпуклымъ основаніемъ верхушечная клѣтка (*t*, фиг. 65) представляется въ видѣ клина, конецъ котораго погруженъ въ ткань конуса возростанія и котораго основаніе свободно выдается наружу. Эта верхушечная клѣточка дѣлится параллельными боковымъ плоскостямъ перегородками, которыя слѣдуютъ одна за другою въ

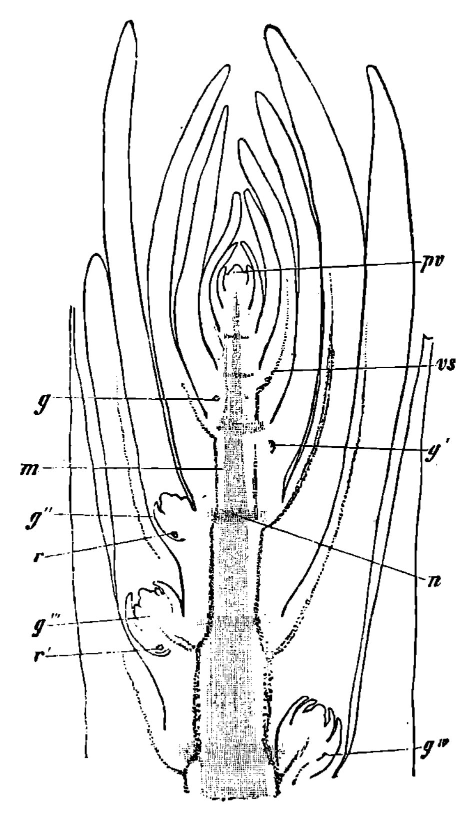
спиральномъ направленіи и производятъ сегменты, расположенные тремя прямыми рядами. Эти сегменты (S) видны на нашей фиг. 65 въ профиль. Они дѣлятся опредѣленнымъ образомъ дальше и идутъ на построеніе тѣла растенія. На нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушечной клѣточки приподнимается валикъ, край, котораго наростаетъ посредствомъ клиновидныхъ иниціаловъ. Отдѣльные участки этого валика ростутъ скорѣе и образуютъ свободныя лопасти сростнолистной въ нижней своей части мутовки. Чѣмъ дальше отъ верхушечной клѣточки, тѣмъ больше становятся зачатки листовыхъ мутовокъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ,



Фиг. 65. Продольный разрѣзъ изъ конуса возростанія вегетативнаго главнаго побѣга Equisetum arvense. *t* — верхушечная клѣточка; *s'* — самый молодой; *s''*—слѣдующій занимъ болѣе старый сегментъ; *p*—главныя стѣнки; *m*—поперечная стѣнка; *pr*—позднѣйшія периклиническія; *a*—антиклиническія стѣнки; *f*—первая, *f'*—вторая, *f''*—третья листовая мутовка; *g*—иниціальная клѣточка пазушной почки. Увел. 240.

сильнѣе проявляется дифференцировка внутреннихъ тканей стебля, главнымъ образомъ раздѣленіе на болѣе плотные, мелкоклѣтные, короткіе узлы и менѣе плотныя, длинныя междоузлія (фиг. 66). Раньше всего начинаетъ обособляться внутри стебля крупноклѣтная сердцевина. Въ пятомъ отъ верху междоузліи, у внѣшней границы сердцевины, обнаруживаются первые кольчатые сосуды и ихъ можно прослѣдить отсюда до слѣдующаго вышележащаго зачатка листовой мутовки. Каждый сосудистый пучекъ является здѣсь общимъ листу и стеблю, и потому называется

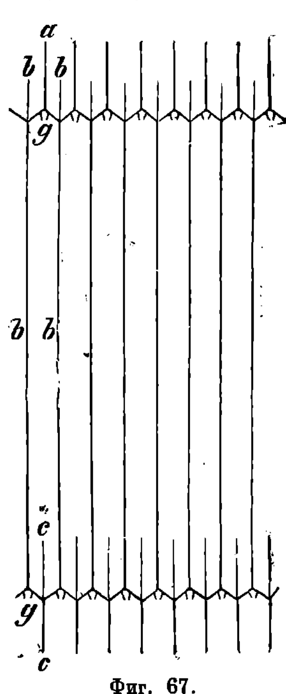
листовымъ слѣдомъ. Такимъ образомъ, по каждому междоузлію проходитъ книзу столько сосудистыхъ пучковъ, сколько листьевъ въ листовой мутовкѣ. Отдѣльно заложенные листовые слѣды соединяются между собою посредствомъ боковыхъ вѣтокъ приблизительно въ узлѣ, лежащемъ подъ седьмымъ междоузліемъ, вслѣдствіе чего получается замкнутая система сосудистыхъ пучковъ. Въ десятомъ приблизительно междоузліи начинаетъ развиваться полость, вслѣдствіе разъединенія клѣточекъ сердцевины. Боковыя почки залагаются изъ отдѣльныхъ клѣточекъ въ пазухѣ листовой мутовки. Онѣ располагаются мутовками и, какъ показываютъ развитыя фазы, чередуются съ свободными листовыми лопастями своей мутовки, ткань которой онѣ прорываютъ у основанія, чтобы проникнуть наружу. Поэтому, продольный разрѣзъ болѣе развитыхъ зачатковъ почекъ обнаруживаетъ ихъ вросшими въ ткань плотно прилегающей къ стеблю листовой мутовки. Приблизительно на высотѣ седьмаго узла почки уже такъ значительно развиты, что имѣютъ уже нѣсколько зачатковъ листовыхъ мутовокъ. Ихъ конусы возростанія удобны для изученія верхушечной клѣтки.



Фиг. 66. Срединно-продольный разрѣзъ вегетативнаго главнаго побѣга Equisetum arvense. *pv*—конусъ возростанія главнаго побѣга; *g*—иниціялы для образованія почки; *g'*, *g''*, *g'''*, *g''''* — фазы развитія такихъ почекъ; *r*, *r'* — зачатокъ корня въ такихъ почкахъ; *m* — дифференцировка первичной сердцевины; *vs* — появленіе спиральныхъ сосудовъ; *n* — дифференцировка узловыхъ діафрагмъ. Увел. 26.

Изъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ только хвощи и Ophioglosseae имѣютъ коллатеральные сосудистые пучки, въ чемъ легко убѣдиться на поперечномъ разрѣзѣ болѣе стараго междоузлія Equisetum arvense. Сосудистые пучки расположены въ видѣ простаго кольца вокругъ полой сердцевины. Въ обращенной къ срединѣ древесинной части каждаго сосуди-

стаго пучка находится межклѣтный ходъ,—каринальная полость; обращенная наружу, тонкостѣнная лубовая часть окружена съ боковъ кольчатыми и сѣтчатыми сосудами древесинной части. Всѣ сосудистые пучки вмѣстѣ окружаетъ эндодерма. Въ толстой корѣ находятся широкіе межклѣтные ходы, валлекулярныя полости, чередующіяся съ сосудистыми пучками. Если сосчитать свободныя лопасти листьевъ сосѣдней вышележащей листовой мутовки, то окажется, что число это соотвѣтствуетъ числу сосудистыхъ пучковъ. Чтобы оріентироваться относительно прохожденія сосудистыхъ пучковъ, дѣлаемъ рядъ послѣдовательныхъ поперечныхъ разрѣзовъ, пока не достигнемъ слѣдующаго междоузлія. Для этой цѣли можно пользоваться какъ свѣжимъ, такъ и алкогольнымъ матеріаломъ, но необходимо выбирать возможно болѣе молодые участки стебля, потому что болѣе старые содержатъ очень много кремнезема и скоро притупляютъ бритву. Чтобы поперечные разрѣзы были равномѣрны, можно воспользоваться описаннымъ на стр. 65 микротомомъ. Разрѣзы располагаютъ въ соотвѣтственномъ порядкѣ на предметной пластинкѣ, и ихъ можно еще просвѣтлить посредствомъ ѣдкаго кали. Тщательное сравненіе такихъ послѣдовательныхъ разрѣзовъ даетъ намъ возможность составить схематическое изображеніе общаго прохожденія сосудистыхъ пучковъ, подобное прилагаемому (фиг. 67), при чемъ мы должны себѣ представить стебель разрѣзаннымъ вдоль одной стороны и развернутымъ, а сосудистые пучки, слѣдовательно, проектированными на развернутой цилиндрической поверхности. Мы находимъ, что каждый сосудистый пучокъ, идущій изъ вышележащаго междоузлія, раздѣляется въ узлѣ на двѣ вилообразныя вѣтви (*a*, *b* или *c*), и что по одной развилинѣ отъ двухъ сосѣднихъ сосудистыхъ пучковъ соединяются съ входящимъ здѣсь изъ листовой мутовки новымъ сосудистымъ пучкомъ. (Такъ напр. развилины *a* съ *b* и *b*, по одной развилинѣ отъ *b* и *b*—съ *c*). Если уже готовы и сосудистые пучки боковыхъ почекъ, то это нѣсколько усложняетъ картину. Каждая боковая почка примыкаетъ къ системѣ сосудистыхъ пучковъ материнской оси двумя сосудистыми пучками (*g*) и именно къ развилинамъ вышележащаго стеблеваго сосудистаго пучка, вслѣдъ за его раздѣленіемъ на двѣ развилины. Боковыя почки че-



Фиг. 67.

редуются съ сосудистыми пучками скрывающей ихъ листовой мутовки и положеніе ихъ соотвѣтствуетъ сосудистымъ пучкамъ сосѣдней вышележащей и сосѣдней нижележащей листовой мутовки.—Такимъ образомъ мы видимъ, что вся система сосудистыхъ пучковъ въ стеблѣ нашего хвоща состоитъ изъ общихъ сосудистыхъ пучковъ и образуется листовыми слѣдами, которые у своего основанія вилообразно развѣтвляются въ узлѣ, чтобы здѣсь посредствомъ своихъ развилинъ соединиться со вновь входящими сосудистыми пучками. — Образованіе системы сосудистыхъ пучковъ путемъ соединенія листовыхъ слѣдовъ,—это вообще наиболѣе обыкновенный случай у сосудистыхъ растеній; поэтому мы ограничимся въ нашемъ изученіи прохожденія сосудистыхъ пучковъ однимъ этимъ простѣйшимъ случаемъ. При изслѣдованіи болѣе сложныхъ случаевъ, необходимо располагать на предметной пластинкѣ всѣ послѣдовательные разрѣзы одинаково, чтобы легче было сравнить ихъ между собою. Задачу эту облегчаютъ себѣ тѣмъ, что одну сторону стебля намѣчаютъ посредствомъ не особенно глубокаго продольнаго надрѣза. Часто нужно бываетъ срисовывать послѣдовательные разрѣзы, чтобы вѣрно констатировать перемѣщеніе отдѣльныхъ сосудистыхъ пучковъ. Тангентальные продольные разрѣзы, просвѣтленные ѣдкимъ кали, обнаруживаютъ въ иныхъ случаяхъ способъ прохожденія сосудистыхъ пучковъ сразу.

Примѣчаніе къ XVI-му упражненію.

[1]) Sanio, Bot. Zeitung, 1864, pag. 223, Anm. **, 1865, pag. 184; de Bary. Vergl. Anat. pag. 9; L. Kny, Wandtafeln, III Abth., pag. 99.

[2]) Noll, Bot. Centralbl. Bd. XXI, 1885, pag. 377.

[3]) Sachs, Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg. Bd. II, pag. 46 и 185.

[4]) Hanstein, die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt d. Phanerogamen, pag. 9; Warming, Rech. s. l. ramif. d. Phaner.

[5]) Срав. Kramer, Pflanzenphys. Unters v. Naegeli, Heft. 3, pag. 21; Rees, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VI, pag. 209; Sachs, Lehrb., IV Aufl., pag. 393 и Goebel, Grundzüge, pag. 291; de Bary. Vergl. Anat., pag. 20.

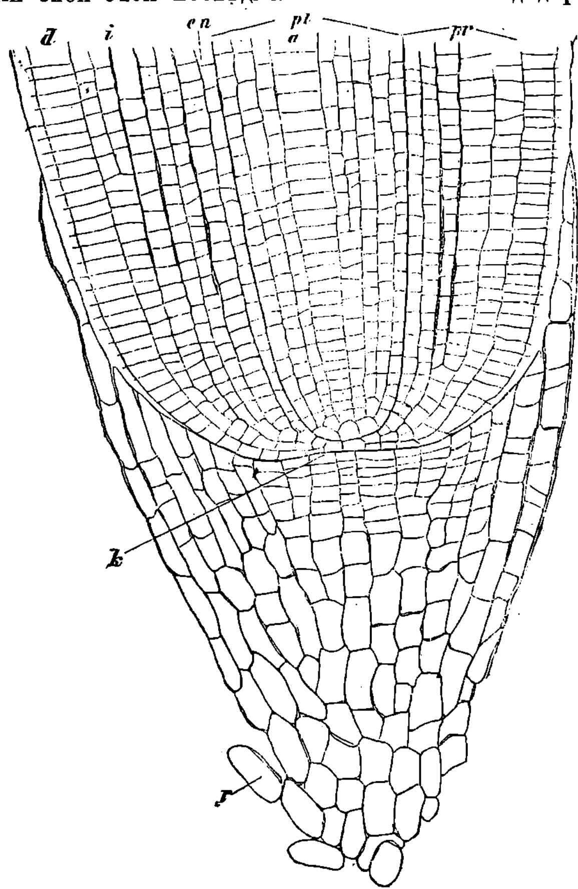
XVII. Упражненіе.

Конусъ возростанія корня.

Теперь слѣдуетъ познакомиться и съ строеніемъ конуса возростанія нѣкоторыхъ корней. Начнемъ съ покрытосѣмянныхъ. Строеніе ихъ корневой верхушки изучается сравнительно легко у злаковъ. Эти послѣдніе, правда, представляютъ намъ только одинъ изъ числа возможныхъ у покрытосѣмянныхъ типовъ корневаго роста, но зато весьма распространенныхъ и поучительныхъ, а потому чрезвычайно удобныхъ для перваго знакомства съ этими явленіями. Чтобы получить удобный матеріалъ, хорошо брать растенія, выращенныя въ цвѣточныхъ

горшкахъ. Если опрокинуть горшокъ, то на периферіи землянаго кома находимъ обыкновенно свободныя верхушки корней. Онѣ должны быть изслѣдованы въ свѣжемъ состояніи. Для болѣе подробнаго изученія возьмемъ обыкновенный ячмень, Hordeum vulgare. Для предварительной оріентировки изготовляемъ поперечный разрѣзъ изъ болѣе старой части корня. По срединѣ осеваго сосудисто-пучковаго цилиндра находимъ большой сосудъ, а на его периферіи около восьми лучей сосудовъ, которые чередуются съ такимъ же числомъ лубовыхъ участковъ. Здѣсь, какъ и вообще у злаковъ, лучи сосудовъ достигаютъ до самой эндодермы и прерываютъ, такимъ образомъ, перикамбій. Эндодерма обнаруживаетъ болѣе или менѣе ясно черную радіальную тѣнь; далѣе слѣдуетъ весьма толстая кора. — Продольный разрѣзъ дѣлаемъ между большимъ и указательнымъ пальцами. Онъ непремѣнно долженъ быть срединнымъ, и въ такомъ случаѣ получается ясная картина даже безъ употребленія реактивовъ, хотя и въ данномъ случаѣ можно съ пользою примѣнить Eau de Javelle. — Прежде всего бросается въ глаза, что тѣло корня рѣзко обособляется отъ корневаго чехлика. Можно дѣйствительно прослѣдить линію, которая, слѣдуя вдоль внѣшней поверхности эпидермиса, проходитъ непрерывно надъ верхушкою, между тѣломъ корня и корневымъ чехликомъ (срав. фиг. 68). Дерматогенъ не проходитъ надъ верхушкою въ качествѣ таковаго, но можно убѣдиться, что дерматогенъ (*d*) и периблема (*pr*)заканчиваются въ верхушкѣ общими имъ иниціалами. Въ нижеприлагаемой фигурѣ имѣется только одинъ такой общій иниціалъ, но ихъ можетъ быть и нѣсколько. Дерматогенъ можно прослѣдить въ качествѣ таковаго до иниціаловъ; и периблема примыкаетъ къ нимъ въ видѣ однорядного слоя. Плерома заканчивается подъ этимъ дерматогенно-периблемнымъ колпачкомъ своими собственными иниціалами. Къ линіи, отдѣляющей тѣло корня отъ корневаго чехлика, примыкаютъ снаружи иниціалы корневаго чехлика; это — плоскій слой клѣточекъ, который называютъ калиптрогеномъ (*k*). Клѣточки, отдѣляемыя калиптрогеномъ наружу, расположены, соотвѣтственно своему происхожденію, въ видѣ прямыхъ рядовъ; сначала плоскія, онѣ дѣлаются вскорѣ выше. У вершины корневаго чехлика онѣ округляются; наконецъ, отдѣляются другъ отъ друга и разрушаются (*r*).—Злаки представляютъ ту особенность, что ихъ дерматогенъ съ наружной стороны сильно утолщенъ (*c*). Эта внѣшняя утолщенная стѣнка имѣетъ блестяще-бѣлый цвѣтъ, сильно разбухаетъ и представляется тѣмъ толще, чѣмъ дольше лежитъ въ водѣ. На боковыхъ границахъ клѣточекъ видны сильно преломляющія свѣтъ полоски, проникающія болѣе или менѣе глубоко въ утолщенную внѣшнюю стѣнку. Это первичныя стѣнки клѣточекъ и онѣ вдаются въ утолщенную стѣнку тѣмъ глубже, чѣмъ онѣ старѣе.

Стѣнка эта обнаруживаетъ явственную слоистость. Посредствомъ периклиническихъ дѣленій число слоевъ клѣточекъ перибдемы быстро возростаетъ. Между внутренними слоями ея клѣточекъ очень скоро появляются наполненные воздухомъ межклѣтные ходы, что выражено на нашей фигурѣ посредствомъ темныхъ линій (напр. при *i*). Периблема производитъ кору, а внутренній слой этой послѣдней становится эндодермой. Пле-



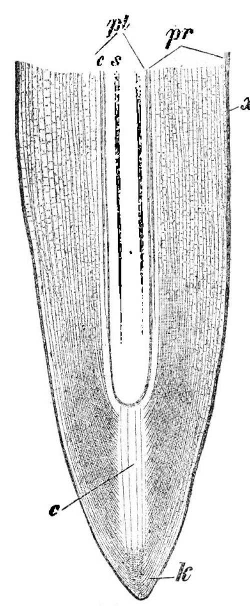
Фиг. 68. Срединно-продольный разрѣзъ корневой верхушки Hordeum vulgare. *k*—калиптрогенъ; *c*—утолщенная внѣшняя стѣнка эпидермиса; *d*—дерматогенъ; *pr*—периблема; *pl*—плерома; *en*—эндодерма; *i*—наполненный воздухомъ межклѣтный ходъ; *a*—рядъ клѣточекъ, изъ которыхъ развивается центральный сосудъ; *r*—отмершія клѣточки корневаго чехлика. Увел. 180.

рома заканчивается конусообразно группою иниціаловъ; на представленномъ продольномъ разрѣзѣ видны два такіе иниціала. Плерома образуетъ осевой сосудисто-пучковой цилиндръ. Диффе-

ренцировку большаго центральнаго сосуда можно прослѣдить до иниціальной группы. Клѣточки, изъ которыхъ долженъ развиться этотъ сосудъ, отличаются большею шириною (*a*). Элементы, предназначенные для меньшихъ сосудовъ, различаются гораздо позже.

Корни голосѣмянныхъ обнаруживаютъ своеобразную въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ дифференцировку въ меристемѣ ихъ конуса возростанія. Разсмотримъ нѣсколько подробнѣе Thuja occidentalis. Поперечный разрѣзъ изъ взрослаго корня сходенъ съ уже извѣстнымъ намъ поперечнымъ разрѣзомъ корня Taxus baccata, съ тою лишь разницею, что корни Thuja имѣютъ большею частію тетрархное строеніе. Срединно-продольный разрѣзъ верхушки корня представляетъ рѣзко ограниченный плеромный цилиндръ, заканчивающійся немногими иниціалами и окруженный многослойнымъ, содержащимъ отъ двѣнадцати до четырнадцати рядовъ клѣточекъ, покровомъ периблемы. Этотъ послѣдній покрываетъ верхушку, причемъ отъ восьми до десяти внутреннихъ рядовъ его образуютъ замкнутые иниціальные слои, между тѣмъ какъ внѣшніе ряды переходятъ въ неправильно распоженныя, сравнительно большія клѣточки. Эти большія клѣточки достигаютъ до самой вершины корневаго чехлика, гдѣ онѣ въ концѣ концовъ отдѣляются и сбрасываются. Корневой чехликъ Thuja и голосѣмянныхъ вообще состоитъ изъ внѣшнихъ частей периблемы; дерматогена, равно какъ и калиптрогена, не существуетъ. Иниціальные слои периблемы, проходящіе надъ вершиною плеромы, дѣлятся периклиническими и антиклиническими перегородками. Периклиническія дѣленія увеличиваютъ число слоевъ периблемы и восполняютъ сбрасываемые снаружи элементы. Антиклиническія стѣнки увеличиваютъ число клѣточекъ въ отдѣльныхъ слояхъ и служатъ по преимуществу для построенія коры. Такъ какъ антиклиническія стѣнки слѣдующихъ другъ за другомъ слоевъ довольно правильно сходятся одна съ другою концами, то онѣ образуютъ антиклиническіе ряды клѣточекъ, которыя по срединѣ представляются прямыми, а по бокамъ расходятся въ видѣ лучей фонтана, образуя систему коаксіальныхъ параболъ. Такимъ образомъ и здѣсь намъ представляются антиклиническія и периклиническія линіи, въ видѣ ортогональныхъ траекторій. Периклиническія дѣленія въ иниціальныхъ слояхъ верхушки имѣютъ слѣдствіемъ, что число рядовъ клѣточекъ въ корѣ, если ихъ прослѣдить до вершины, постоянно удваиваются. Самые средніе, прямые, антиклиническіе ряды клѣточекъ периблемы въ верхушкѣ корня отличаются отъ сосѣднихъ. Онѣ образуютъ «периблемный столбикъ», теряющійся въ наружныхъ, побурѣвшихъ элементахъ корневаго чехлика. Этотъ столбикъ представляется болѣе свѣтлымъ, такъ какъ клѣточки его составляющія непосредственно примыкаютъ одна къ другой, между тѣмъ какъ сбоку лежащія

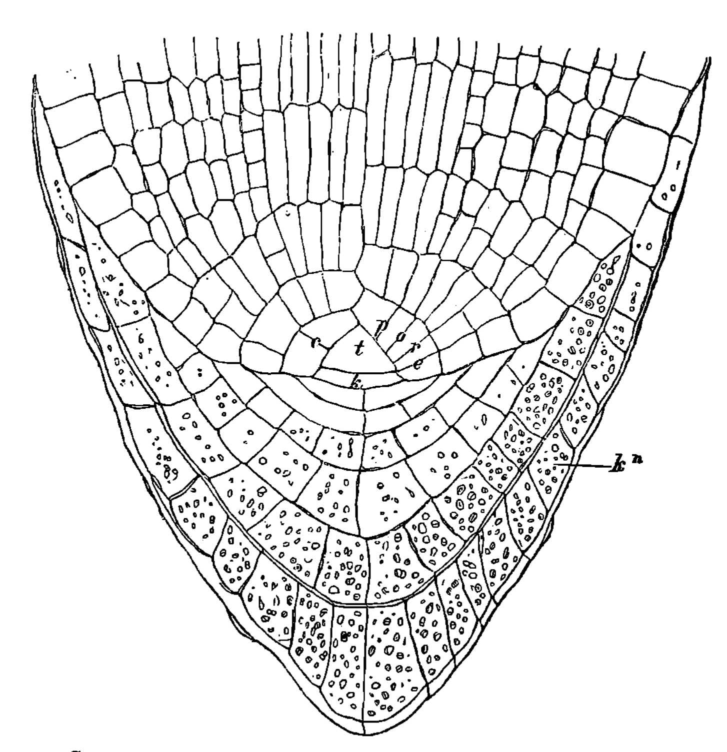
образуютъ наполненныя воздухомъ межклѣтныя пространства. Кромѣ того, клѣточки столбика отличаются особенно богатымъ содержаніемъ крахмала. Какъ видно изъ разсмотрѣннаго нами, корень Thuja не можетъ имѣть эпидермиса, но боковая поверхность корня покрыта внѣшнимъ слоемъ периблемы. Если прослѣдить за этимъ слоемъ до верхушки, въ такомъ случаѣ увидимъ, что онъ вскорѣ уходитъ подъ другой слой, который тоже на нѣкоторомъ протяженіи представляется поверхностнымъ. Такіе внѣшніе, живые слои клѣточекъ защищаются снаружи спавшимися и побурѣвшими стѣнками отмершихъ клѣточныхъ слоевъ. Корни голосѣмянныхъ вовсе не имѣютъ корневыхъ волосковъ, и мы не находимъ таковыхъ у Thuia occidentalis. — Прилагаемая фиг. 69 изображаетъ продольный разрѣзъ при слабомъ увеличеніи, чтобы облегчить оріентировку. Распредѣленіе клѣточекъ при столь незначительныхъ размѣрахъ рисунка, могло быть, конечно, только намѣчено. Такимъ образомъ мы видимъ, по направленію снаружи внутрь, побурѣвшія, спавшіяся оболочки клѣточекъ (x), затѣмъ периблему (*pr*), которую можно прослѣдить и въ верхушкѣ и самыя внѣшнія части которой образуютъ корневой чехликъ, наконецъ плерому (*pl*), верхнее окончаніе которой видно при слабомъ увеличеніи не вполнѣ ясно. Верхняя часть плеромы кажется даже объемистѣе, чѣмъ въ дѣйствительности, потому что самыя внутреннія, граничащія съ плеромою, части периблемы не заключаютъ межклѣтныхъ пространствъ и потому (что и намѣчено въ изображеніи), представляются столь-же свѣтлыми, какъ и цилиндръ плеромы. Въ самой старой части разрѣза плеромный цилиндръ оказывается окруженнымъ краснымъ слоемъ клѣточекъ, который соотвѣтствуетъ—какъ показываетъ сравненіе съ поперечнымъ разрѣзомъ—наполненной краснымъ клѣточнымъ сокомъ эндодермѣ. Эта послѣдняя становится незамѣтной лишь на значительномъ разстояніи отъ верхушки. Въ болѣе старой части плеромнаго цилиндра появляются также и сосуды (s). Чрезъ верхушку периблемы проходитъ болѣе свѣтлый столбикъ (c). Къ нему пристаютъ съ боковъ слои периблемы, содержащіе воздухъ; но послѣдніе не достигаютъ вполнѣ ни плеромы, ни



Фиг. 69. Продольный разрѣзъ верхушки корня Thuia occidentalis. x—внѣшній побурѣвшій участокъ сбрасываемыхъ клѣточекъ; *pr*—перикамбій; *pl*—плерома; *e*—эндодерма; *s*—спиральные сосуды; *c*—столбикъ периблемы; *k*—корневой чехликъ. Увел. 26.

поверхности корня. Эта послѣдняя покрыта бурѣющими клѣточками.

Воспользуемся корнями хвойныхъ, чтобы ознакомиться съ способомъ вѣтвленiя корней вообще. При изслѣдованiи корней Thuja occidentalis мы замѣчаемъ, что они имѣютъ боковые корни, расположенные четырмя, иногда и тремя прямыми рядами. На поперечныхъ разрѣзахъ легко констатировать, что три ряда боковыхъ корней соотвѣтствуютъ трiархнымъ, а четыре — тетрархнымъ сосудисто-пучковымъ цилиндрамъ. Сдѣлаемъ теперь поперечный разрѣзъ корня въ мѣстѣ отхожденiя



Фиг. 70. Срединно-продольный разрѣзъ корня Pteris cretica. *t*—верхушечная клѣточка; *k* — инициалы чехлика; k^n — самый наружный чехликъ; (*c*—камбiальная стѣнка; *e* — эпидермальная стѣнка; *r* — коровая стѣнка; *p* — перикамбiальная стѣнка.). Увел. 240.

боковаго корня, — и тогда мы убѣдимся, что боковой корень приходится противъ древесинной части, а такъ какъ древесинныя части проходятъ въ осевомъ сосудисто-пучковомъ цилиндрѣ въ прямомъ направленiи, то этимъ объясняется и расположенiе боковыхъ корней въ видѣ прямыхъ рядовъ.

Попытаемся теперь познакомиться съ строеніемъ конуса возростанія такого корня, который наростаетъ при посредствѣ верхушечной клѣточки [3]). У подобныхъ корней нѣтъ того разнообразія, какое представляютъ стебли, наростающіе посредствомъ верхушечной клѣточки. И здѣсь имѣется трехгранно-пирамидальная верхушечная клѣточка, съ постояннымъ способомъ отдѣленія отъ нея сегментовъ. Мы разсмотримъ корень Pteris cretica (фиг. 70), но могли бы употребить съ такимъ же удобствомъ и корень всякаго другаго папоротника. Посредствомъ опрокидыванія цвѣточныхъ горшковъ легко получить неповрежденныя корневыя верхушки. Корни Pteris cretica, какъ и папоротниковъ вообще, имѣютъ діархное строеніе; съ древесинными участками чередуются плоскіе лубовые участки, перикамбій однослойный, эндодерма плоская, кора здѣсь побурѣвшая, во внутренней своей части сильно утолщенная. Постараемся теперь получить между большимъ и указательнымъ пальцами тонкій срединно-продольный разрѣзъ корневой верхушки. Обнаружить верхушечную клѣточку не особенно трудно; но она занимаетъ здѣсь не самую вершину корня, а прикрыта тканью корневаго чехлика. Эта верхушечная клѣточка (*t*, фиг. 70) имѣетъ, какъ и въ стеблѣ Equisetum, форму трехгранной пирамиды, выпуклое основаніе которой обращено къ чехлику, между тѣмъ какъ образуемая тремя сходящимися сторонами вершина погружена въ тѣло корня. Дѣленія происходятъ, какъ и въ стеблѣ Equisetum, параллельно боковымъ сторонамъ; но, кромѣ того, отъ поры до времени (большею частію послѣ каждыхъ трехъ только что описанныхъ дѣленій) образуется стѣнка, параллельная выпуклому основанію (срав. фигуру). Верхушечная клѣточка сохраняетъ при подобномъ способѣ дѣленія свою форму, а клѣточка, отдѣляющаяся отъ ея выпуклаго основанія, имѣетъ приблизительно форму отрѣзка шара. Эта клѣточка (*k*) есть иниціальная для чехлика, она даетъ начало колпачкообразному слою клѣточекъ или колпачку, иначе коревому чехлику. Она раздѣляется сначала перегородкою, перпендикулярною къ ея основанію, на двѣ половины, а каждая половина дѣлится такимъ же образомъ, вслѣдствіе чего получаются четыре клѣточки квадратныхъ очертаній. Эти послѣднія дѣлятся постоянно посредствомъ перпендикулярныхъ къ основанію перегородокъ, такъ что болѣе старый колпачекъ (k^n) состоитъ изъ значительнаго числа клѣточекъ. Клѣточки болѣе старыхъ колпачковъ наполняются крахмальными зернами. Онѣ постепенно разрушаются, между тѣмъ какъ верхушечная клѣточка производитъ постоянно новые иниціалы для колпачковъ. Внѣшнія стѣнки временно-наружныхъ колпачковыхъ клѣточекъ сильно утолщаются. — Перегородки, развивающіяся параллельно боковымъ сторонамъ верхушечной клѣточки, слѣдуютъ, — какъ и въ стеблѣ Equisetum, — спиральному направленію.

Примѣчаніе къ XVII-му упражненію.

[1]) Sachs. Lehrb., IV. Aufl., pag. 166; v. Janczewski, Ann. d. sc. nat. Bot. V. Sér., T. XX., 1873, pag. 162 ff.; Treub, Musée bot. de Leide, T. II, 1876; de Bary, vergl. Anat., 1877. pag. 10.

[2]) Strasburger, Coniferen und Gnetaceen, pag. 340; de Bary, vergl. Anat., pag. 14, тамъ-же и дальнѣйшая литература.

[3]) Naegeli und Leitgeb, in Beitr. zur wiss. Bot., 4. Heft., 1868, pag. 74 и слѣд.

XVIII. Упражненіе.

Строеніе вегетативныхъ органовъ мховъ.

До сихъ поръ мы изучали строеніе стеблей и листьевъ однихъ только сосудистыхъ растеній; обратимся теперь къ безсосудистымъ стебелькамъ и листьямъ мховъ [1]). Начнемъ съ сравнительно сложнаго случая, въ которомъ дифференцировка тканей представляется довольно значительною, съ Mnium undulatum. Прежде всего дѣлаемъ поперечные разрѣзы стебелька. По срединѣ стебелька замѣчаемъ осевой цилиндръ, образуемый узкими, тонкостѣнными клѣточками. Мы можемъ принять этотъ цилиндръ за простой «проводящій пучокъ». Клѣточки его не имѣютъ живаго содержимаго, а наполнены только водою; онѣ отличаются отъ окружающихъ частей желтобурою окраскою своихъ стѣнокъ. Къ этому проводящему пучку, состоящему такимъ образомъ изъ однихъ проводящихъ воду элементовъ, примыкаютъ болѣе широкія клѣточки коры съ зеленовато-желтыми стѣнками и живымъ, хлорофиллоносньмъ содержимымъ. Сперва ширина ихъ по направленію изнутри кнаружи нѣсколько увеличивается, но на периферіи онѣ быстро съуживаются и становятся толстостѣнными, незамѣтно переходя въ одно- или двуслойный эпидермисъ, состоящій изъ узкихъ, съ сильно утолщенными стѣнками клѣточекъ. Въ двухъ или трехъ мѣстахъ внѣшній слой клѣточекъ стебелька продолжается непосредственно въ однослойныя клѣточныя пластинки, которыя соотвѣтствуютъ нисходящимъ листовымъ крыльямъ. Поперечные разрѣзы нижнихъ, безлистныхъ, сильно побурѣвшихъ частей стебелька обнаруживаютъ въ периферическихъ слояхъ клѣточекъ окрашенныя въ бурый цвѣтъ стѣнки. Изъ отдѣльныхъ клѣточекъ поверхности выростаютъ длинныя, съ бурыми стѣнками, многократно-вѣтвящіяся клѣточныя нити, которыя исполняютъ здѣсь функцію корней и называются корневыми волосками или ризоидами. Ризоиды эти, какъ это легко можно видѣть, отличаются косвенными пе-

регородками, представляя такимъ образомъ исключеніе изъ столь общаго правила прямоугольнаго сѣченія. Подъ многими такими косвенными перегородками, именно у ихъ приподнятаго края, отходятъ въ свою очередь вѣтвящіяся боковыя вѣтви. Безцвѣтными стѣнками снабжены только наростающія верхушки ризоидовъ.

Величайшее сходство съ такимъ корневымъ войлокомъ—въ отношеніи вѣтвленія и косвенныхъ перегородокъ—представляетъ «предростокъ» типическихъ лиственныхъ мховъ, такъ называемая протонема, развивающаяся изъ прорастающей споры. Но ея вѣтви, если онѣ не проникаютъ въ землю, имѣютъ безцвѣтныя стѣнки и содержатъ многочисленныя зерна хлорофилла. Почки, изъ которыхъ выростаютъ стебельки мха, представляются боковыми вѣтвями этой протонемы. Близкое сходство ризоидовъ и протонемы сказывается и въ томъ обстоятельствѣ, что ризоиды, если ихъ держать влажными и на свѣтѣ, могутъ произвесть протонему, дающую начало многимъ новымъ растеньицамъ. Достаточно положить дерновинки Mnium нижнею стороною вверхъ и держать ихъ влажными, чтобы получить изъ ризоидовъ богатый зеленый войлокъ протонемы. Макроскопически послѣдняя напоминаетъ своимъ видомъ наземныя дерновинки Vaucheria.

Если поперечный разрѣзъ прошелъ черезъ поврежденное мѣсто стебелька Mnium, то послѣднее оказывается непокрытымъ пробкою, потому что тайнобрачныя, за исключеніемъ Botrychium, не могутъ производить пробки; но прилегающія къ поврежденному мѣсту клѣточки утолщаютъ свои стѣнки, принимающія бурую окраску, и отличаются теперь отъ другихъ клѣточекъ поверхности только большею шириною.

Близко къ поверхности замѣчаются на поперечномъ разрѣзѣ маленькіе пучки, состоящіе изъ тонкостѣнныхъ клѣточекъ, которыя и своею окраскою сходны съ элементами центральнаго цилиндра и, подобно этимъ послѣднимъ, лишены всего содержимаго и заключаютъ только воду. Это листовые проводящіе пучки, заканчивающіеся слѣпо въ корѣ стебля, между тѣмъ какъ напримѣръ у Polytrichum они прикладываются къ осевому проводящему пучку стебля. Листъ, который можно безъ всякаго препарированія изслѣдовать въ каплѣ воды на предметномъ стеклышкѣ, представляетъ однослойную пластинку и многослойный срединный нервъ. Послѣдній заканчивается подъ конечнымъ зубцомъ, состоящимъ изъ нѣкотораго числа ромбическихъ клѣточекъ. Клѣточки листовыхъ нервовъ сильно вытянуты, периферическія содержатъ хлорофилловыя зерна. Пластинка листа однослойна; она состоитъ изъ многогранныхъ, хлорофиллоносныхъ клѣточекъ. Лентовидная оторочка края листа состоитъ

изъ сильно удлиненныхъ, значительнѣе утолщенныхъ клѣточекъ. Самыя наружныя снабжены на краю, на равныхъ приблизительно разстояніяхъ, одно- или двуклѣтными заостренными зубцами. Поперечные разрѣзы листьевъ получаются вмѣстѣ съ поперечными разрѣзами стебелька. Если желаютъ сдѣлать поперечные разрѣзы отдѣленныхъ листьевъ — что, при ихъ незначительной толщинѣ, не такъ-то легко — въ такомъ случаѣ задачу эту облегчаютъ себѣ тѣмъ, что склеиваютъ посредствомъ глицериннаго гумми большое число листьевъ и, не дожидаясь высыханія камеди, дѣлаютъ разрѣзы изъ утолщеннаго такимъ образомъ предмета, заключивъ его въ бузинную сердцевину. Затѣмъ поперечные разрѣзы кладутъ въ воду, въ которой камедь скоро растворяется. Этотъ методъ можно употреблять во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ нужно бываетъ дѣлать поперечные разрѣзы изъ очень тонкихъ плоскихъ предметовъ. — На поперечныхъ разрѣзахъ листьевъ мы убѣждаемся въ томъ, что пластинка однослойна и клѣточки края листа сильно утолщены. Нервъ выдается на спинной сторонѣ сильнѣе, нежели на брюшной. Въ его срединѣ, нѣсколько ближе къ нижней сторонѣ, находится пучокъ тонкостѣнныхъ клѣточекъ; въ немъ мы опять узнаемъ проводящій пучокъ, который раньше видѣли въ корѣ. Къ этому тонкостѣнному пучку присоединяется на спинной сторонѣ нѣсколько сильно утолщенныхъ клѣточекъ, съ узкою полостію. Эта картина напоминаетъ нѣкоторые весьма сильно редуцированные, состоящіе всего изъ нѣскольких лубовыхъ элементовъ и слабо развитаго склеренхимнаго покрова, сосудистые пучки однодольныхъ.

Увядшее растеньице, поставленное въ воду нижнимъ поперечнымъ разрѣзомъ стебелька, остается увядшимъ, но, напротивъ, быстро тургесцируетъ, если мы его окунемъ въ воду листьями. Вбираніе воды посредствомъ листьевъ происходитъ здѣсь, слѣдовательно, въ большомъ количествѣ.

Значительныя особенности представляетъ строеніе торфяныхъ мховъ и потому должно быть здѣсь разсмотрѣно въ свою очередь. Сдѣлаемъ поперечные разрѣзы стебелька Sphagnum acutifolium. Эти поперечные разрѣзы представляютъ намъ объемистый центральный цилиндръ, средина котораго состоитъ изъ широкихъ, нѣсколько колленхиматически утолщенныхъ клѣточекъ; на периферіи клѣточки его постепенно становятся уже и получаютъ во внѣшнихъ слояхъ желтобурую окраску. Особаго проводящаго пучка въ срединѣ этого цилиндра не существуетъ. Послѣдній окруженъ крупноклѣтною, трехслойною наружною корою. Ея элементы примыкаютъ непосредственно къ узкимъ, желтобурымъ клѣточкамъ внутренняго цилиндра. Онѣ отличаются большими круглыми или овальными отверстіями и нѣж-

ными спиральными утолщеніями. Отверстія эти легко можно видѣть, а что посредствомъ ихъ полости клѣточекъ дѣйствительно приходятъ въ непосредственное сообщеніе, въ этомъ убѣждаемся по такимъ мѣстамъ, въ которыхъ разрѣзъ прошелъ чрезъ такія отверстія. Нерѣдко можно бываетъ также видѣть въ этихъ клѣточкахъ нити грибовъ, которыя при помощи этихъ отверстій безпрепятственно проникаютъ изъ одной клѣточки въ другую. Эти пористые элементы внѣшнихъ стѣнокъ Sphagnum заключаютъ только воздухъ или воду и лишены живаго содержимаго. Они служатъ растенію въ качествѣ капиллярныхъ аппаратовъ, посредствомъ которыхъ вода передается въ мѣста потребленія. Кутинизированныхъ частей растеніе не имѣетъ; концентрированная сѣрная кислота быстро растворяетъ всю ткань; сравнительно дольше сохраняются срединныя пластинки и углы желтобурыхъ наружныхъ клѣточекъ центральнаго цилиндра.

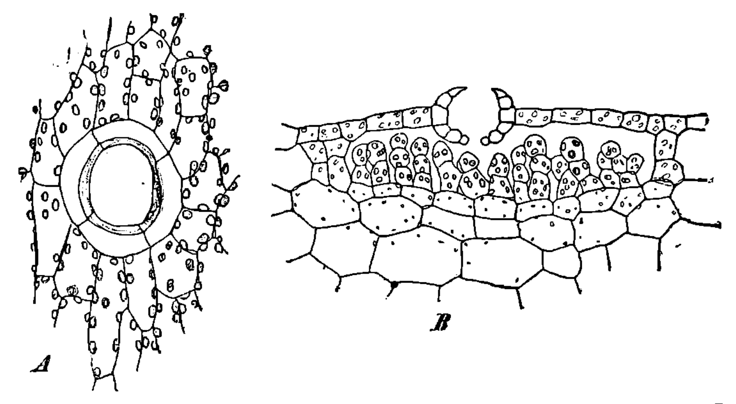
Пластинка листа яйцевидная, цѣльнокрайная, однослойная и состоитъ, какъ показываетъ разсматриваніе съ плоскости, изъ двоякихъ элементовъ. Одни представляются въ видѣ узкихъ, содержащихъ хлорофиллъ, слѣдовательно и протоплазму съ клѣточнымъ ядромъ, живыхъ клѣточекъ; другіе — мертвыми, наполненными водою или воздухомъ, съ кольцевыми или спиральными утолщеніями и находящимися между ними открытыми порами. — Тотъ фактъ, который мы не разъ должны были замѣтить и который состоитъ въ томъ, что мертвыя клѣточки, содержащія воду или воздухъ, если только не утолщены значительно, снабжены кольцевидными, спиральными или сѣтевидными утолщеніями, легко объясняется тѣмъ, что такія клѣточки лишены тургора и потому нуждаются въ подобномъ механическомъ аппаратѣ, чтобы не спадаться или не быть раздавленными. — Зеленыя клѣточки пластинки листа всѣ соединяются другъ съ другомъ и образуютъ сѣть, съ красиво изогнутыми стѣнками,—сѣть, петли которой содержатъ по одной пустой клѣточкѣ. Зеленыя клѣточки служатъ для ассимиляціи углерода, пустыя-же клѣточки служатъ, подобно соотвѣтственнымъ клѣточкамъ наружной коры стебелька, капиллярнымъ аппаратомъ для водоснабженія. Самый край листа занимаютъ узкія, зеленыя клѣточки, за которыми слѣдуетъ однорядная кайма изъ узкихъ, слабо утолщенныхъ снаружи, спавшихся и содержащихъ водянистую жидкость элементовъ. Только конечныя поверхности этихъ элементовъ представляются сильнѣе утолщенными и потому выдаются наружу. Внимательное изученіе показываетъ, что число поръ возрастаетъ въ направленіи къ краю листа, что онѣ встрѣчаются преимущественно на нижней поверхности листа и располагаются на бокахъ клѣточныхъ стѣнокъ, выпуклыхъ наружу.

Подобно тому, какъ стебелекъ лишенъ проводящаго пучка, также точно и листья не имѣютъ нерва; въ этомъ отношеніи, разсматриваемыя растеньица имѣютъ гораздо болѣе простое строеніе, чѣмъ Mnium, но они, напротивъ того, сложнѣе въ томъ отношеніи, что у нихъ развивается особый капиллярный аппаратъ.

Стелющееся по сырой землѣ слоевище Marchantia polymarpha [2]), которую легко можно узнать по ея чашечкамъ съ выводковыми почками, равно какъ и по тарелкообразнымъ или щитовиднымъ вмѣстилищамъ (receptacula), имѣетъ довольно сложное строеніе. Простое анатомическое строеніе начинается, такимъ образомъ, не непремѣнно съ такихъ формъ, у которыхъ отсутствуетъ расчлененіе на ось и листья. Слоевище кожистое, твердое; оно вѣтвится путемъ вилообразнаго дѣленія своей верхушки, которая лежитъ на днѣ верхушечной выемки. Если побѣгъ только недавно вилообразно развѣтвился, то средина передней выемки занята лопастью слоевища, по обѣ стороны которой находятся верхушечныя выемки. Вдоль срединной линіи каждаго побѣга, на брюшной его сторонѣ, выступаетъ неясно ограниченный срединный нервъ. Отъ этого послѣдняго проходятъ на-искось впередъ направляющіяся полоски, дуговидно загибающіяся къ краю слоевища. На нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушки слоевище прикрѣпляется къ почвѣ посредствомъ тонкихъ ризоидовъ, выростающихъ изъ его срединной линіи. Если мы положимъ обращенное брюшной стороною въ верхъ слоевище подъ простой микроскопъ, то можемъ посредствомъ иголъ убѣдиться въ существованіи чешуекъ, которыя поднимаются съ поверхности слоевища. Здѣсь существуютъ троякаго рода брюшныя чешуйки: «краевыя чешуйки», которыя большею частію нѣсколько выдаются изъ подъ края слоевища и имѣютъ бурую окраску; «срединныя чешуйки», которыя расположены вдоль срединной линіи и «пластинчатыя чешуйки», которыя прикрѣпляются къ слоевищу по обѣ стороны срединной линіи, но, которыхъ можетъ и не быть. Срединныя чешуйки, часто пурпуроваго цвѣта, чередуются другъ съ другомъ и ихъ края покрываютъ другъ друга на срединной линіи. На всемъ протяженіи, на которомъ находятся срединныя и пластинчатыя чешуйки, выростаютъ изъ листвеца (frons) тонкіе ризоиды, которые прикрыты чешуйками и, слѣдуя вдоль мѣста прикрѣпленія этихъ послѣднихъ, достигаютъ срединнаго нерва и отсюда продолжаются въ видѣ пучковъ дальше назадъ. Полосатость нижней стороны слоевища, которую мы замѣтили уже при разсматриваніи невооруженнымъ глазомъ, зависитъ именно отъ присутствія срединныхъ и пластинчатыхъ чешуекъ.— Если разсмотрѣть въ лупу спинную поверхность слоевища, то она представится подѣленною на маленькія поля. Границы этихъ полей темно-зе-

ленья, а самыя поля болѣе сѣраго цвѣта. По срединѣ каждаго поля замѣчается точкообразное отверстіе.— Изслѣдуемъ затѣмъ при болѣе сильномъ увеличеніи разрѣзъ, сдѣланный параллельно спинной поверхности. Мы увидимъ, что внѣшнія клѣточки спинной поверхности имѣютъ многогранную форму, плотно соединены между собою и содержатъ многочисленныя, крупныя хлорофилловыя зерна. Границы полей явственны; средина каждаго поля занята круглымъ отверстіемъ, которое окружено преимущественно серпообразно изогнутыми, безхлорофильными клѣточками (фиг. 71, *A*). Тамъ, гдѣ разрѣзъ получился нѣсколько болѣе толстымъ, надъ свободною наружною поверхностію находится воздухъ. Въ эти воздушныя пространства, «воздушныя камеры», вдаются хлорофиллоносныя нити, состоящія изъ рядовъ клѣточекъ. Стѣнки, ограничивающія воздушныя камеры съ боковъ, состоятъ изъ плотно соединенныхъ клѣточекъ. Стѣнки эти одно-многослойныя и клѣточки ихъ содержатъ хлорофиллъ. Нѣкоторыя клѣточки поверхности, равно какъ и внутреннихъ частей, отличаются содержаніемъ сильно преломляющаго свѣтъ, неправильныхъ очертаній, гроздевиднаго тѣла. Въ болѣе молодыхъ побѣгахъ, тѣла эти имѣютъ слабо буроватый цвѣтъ, въ болѣе старыхъ — бурый, содержатъ главнымъ образомъ жирное масло и образуютъ такъ называемыя масляныя тѣла печеночныхъ мховъ [3]). Клѣточки, въ которыхъ находится подобное тѣло, не содержатъ другихъ форменныхъ образованій. — Плоскостные разрѣзы, представляющіе намъ слоевище съ брюшной стороны, дѣленія на поля не представляютъ. Здѣсь клѣточки болѣе удлинены и содержатъ меньше хлорофилла, чѣмъ на спинной сторонѣ. Ризоиды, выростающіе на брюшной поверхности, представляютъ двоякое строеніе. Они или тоньше и снабжены внутри крючковидными выростками, или-же толще и безъ такихъ утолщеній. Снабженные крючковидными выростками ризоиды развиваются на тѣхъ частяхъ листвеца, которыя покрыты срединными и пластинчатыми чешуйками, или-же чешуйками только перваго рода. Они прилегаютъ только къ листвецу и слѣдуютъ въ видѣ пучковъ вдоль срединнаго нерва; они служатъ вѣроятно для придачи слоевищу крѣпости. Обыкновенные ризоиды выростаютъ преимущественно изъ срединнаго нерва и сейчасъ-же подъ острымъ угломъ загибаются къ почвѣ, къ которой они прикрѣпляютъ слоевище. Они представляются часто у своей вершины выемчато-лопастными, а у основанія — окрашенными въ пурпурный цвѣтъ. Всѣ брюшныя чешуйки однослойны, срединныя изъ живыхъ еще, а пластинчатыя и краевыя изъ отмершихъ уже клѣточекъ.—Поперечный разрѣзъ слоевища обнаруживаетъ на спинной сторонѣ поясъ хлорофиллоносной ткани. Внутренняя часть слоевища состоитъ изъ болѣе широкихъ, почти безхлорофильныхъ клѣточекъ. Мѣстами въ стѣн-

кахъ этихъ клѣточекъ замѣчаются эллиптическія поры. На брюшной сторонѣ два послѣднихъ слоя клѣточекъ опять нѣсколько уже, площе, богаче хлорофилломъ и образуютъ такъ называемый брюшной коровый слой. Во всей ткани разсѣяны масляныя тѣла. Нѣкоторыя другія клѣточки обращаютъ на себя вниманіе своею величиною и сильнымъ лучепреломленіемъ ихъ содержимаго; это слизевыя клѣточки, которыхъ у Marchantia мало, но у другихъ Marchantiaceae гораздо больше. Болѣе подробное изученіе богатыхъ хлорофилломъ наружныхъ слоевъ спинной поверхности дополняетъ картину, которую мы видѣли на плоскостныхъ разрѣзахъ. Снаружи мы замѣчаемъ однорядный слой плоскихъ клѣточекъ, который поднимается свободно надъ воздушными камерами отъ стѣнокъ, ограничивающихъ камеры съ боковъ. По рединѣ наружной свободной стѣнки находится дыхательное отверстіе, которое, какъ теперь оказывается, окружено нѣсколькими

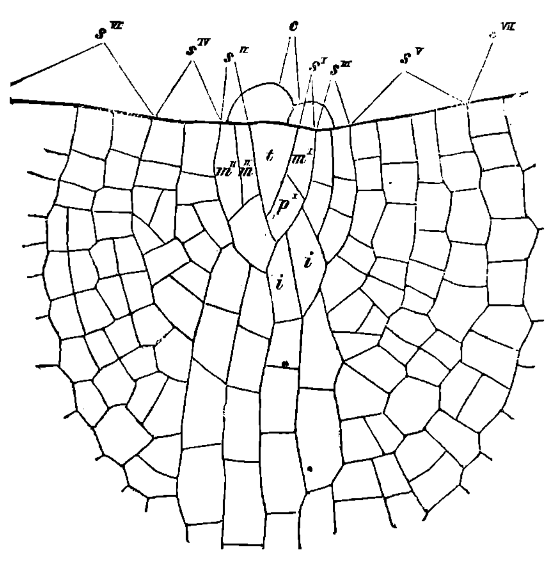


Фиг. 71. Marchantia polymorpha. *A*—дыхательное отверстіе сверху, *B*—въ поперечномъ разрѣзѣ. Увел. 240.

клѣточками, образующими отъ четырехъ и до восьми этажей [4]) (фиг. 71, *B*). Отверстіе съужается у верхняго и нижняго выходовъ, главнымъ образомъ у послѣдняго, и имѣетъ, такимъ образомъ, боченкообразную форму. Клѣточки самаго верхняго этажа удлиняются въ кожистую оторочку. Такъ какъ воздухъ задерживается весьма сильно въ дыхательномъ отверстіи, вслѣдствіе чего получается неясная картина, то хорошо изъ препаратовъ предварительно выкачать воздухъ. Въ дыхательную полость вдаются дву-трехклѣтныя, мѣстами вѣтвящіяся нити, особенно богатыя содержаніемъ хлорофилла; онѣ выростаютъ изъ нижеслѣдующаго, бѣднаго хлорофилломъ, плоскаго слоя клѣточекъ. На брюшной сторонѣ видно у срединнаго нерва боковое, чередующееся расположеніе захватывающихъ другъ друга средин-

ныхъ чешуекъ. Между чешуйками находятся поперечные разрѣзы пучковъ ризоидовъ. Срединно-продольные разрѣзы показываютъ прикрѣпленіе болѣе толстыхъ, обыкновенныхъ, непосредственно отъ слоевища идущихъ ризоидовъ и прилегающихъ къ срединному нерву ризоидовъ, съ крючковидными выростками.

Очень просто устроенное и во многихъ отношеніяхъ весьма поучительное слоевище имѣетъ Metzgeria furcata [5]). Это небольшое, распространенное растеньице не трудно найдти на корѣ лиственныхъ деревьевъ. Слоевище его лентовидное, свѣтлозеленое, дихотомически вѣтвящееся, снабженное срединнымъ нервомъ, который можно еще различать невооруженнымъ глазомъ. За исключеніемъ этого срединнаго нерва, какъ можно убѣдиться



Фиг. 72. Верхушка побѣга Metzgeria furcata. t — верхушечная клѣточка; s^{I}—s^{VII} — послѣдовательные сегменты; m^{I} — краевая клѣточка перваго, m^{II} — втораго порядка; p—поверхностныя клѣточки перваго порядка; ii—внутреннія клѣточки срединнаго нерва; c—булавовидный волосокъ. Срисовано при установкѣ относительно внутреннихъ клѣточекъ нерва. Увел. 540.

подъ микроскопомъ, слоевище однослойное. Оно состоитъ изъ многогранныхъ клѣточекъ, наполненныхъ большимъ количествомъ продолговатыхъ хлорофилловыхъ зеренъ. Узкій срединный нервъ выдается гораздо сильнѣе на брюшной, нежели на спинной сторонѣ; онъ состоитъ, въ направленіи сверху внизъ (въ чемъ можно убѣдиться, дѣлая различную установку), изъ широкихъ, мало удлиненныхъ, затѣмъ изъ узкихъ, сильно удлиненныхъ и, наконецъ, изъ болѣе широкихъ клѣточекъ. Два

наружныхъ слоя клѣточекъ содержатъ хлорофиллъ, средніе его не содержатъ. Близь точки роста на брюшной сторонѣ нерва выростаетъ нѣсколько булавовидныхъ волосковъ, передняя часть которыхъ наполнена сильно преломляющимъ свѣтъ веществомъ. Изъ болѣе старыхъ частей нерва, а также изъ краевыхъ клѣточекъ слоевища, выростаютъ такъ называемыя щетинки, которыя образуютъ на своихъ вершинахъ, при благопріятныхъ условіяхъ, пластинчатые присоски (Haftscheiben) и исполняютъ въ такомъ случаѣ роль ризоидовъ. Онѣ помѣщаются всегда на задней, болѣе удаленной отъ верхушки части клѣточки, отъ которой онѣ отдѣляются посредствомъ изогнутой перегородки, недостигающей полной высоты клѣточки, но отдѣляющей только одинъ ея уголъ или край. — Какъ показываетъ поперечный разрѣзъ, внутреннія клѣточки нерва отличаются нѣсколько болѣе утолщенными, почти колленхиматическаго вида, блестяще-бѣлыми стѣнками. — Чрезвычайно поучительно и весьма легко прослѣдить у Metzgeria способъ дѣленія въ точкѣ роста [6]). Наростающая верхушка Metzgeria представляетъ сравнительно очень небольшую выемку. Дно этой верхушечной выемки, какъ разъ въ томъ мѣстѣ, въ которомъ кончается срединный нервъ, занято верхушечною клѣточкою. Эту послѣднюю разсматриваемъ со спинной стороны, чтобы не мѣшали булавовидные волоски. Верхушечная клѣточка (фиг. 72, *t*) двусторонняя, имѣетъ форму равнобедреннаго треугольника, съ обращеннымъ впередъ, большею частію немного выпуклымъ основаніемъ и слабо изогнутыми боковыми стѣнками. Она дѣлится посредствомъ перегородокъ, параллельныхъ одной изъ ея сторонъ, и такимъ образомъ отдѣляетъ попеременно то съ правой, то съ лѣвой стороны сегменты (*s*), которые лежатъ поэтому всѣ въ одной плоскости.

Примѣчаніе къ XVIII-му упражненію.

[1]) Срав. P. G. Lorentz, Jahrb. f. wiss. Bot. VI. 1867—68, pag. 363; Goebel, Grundriss der systematischen und speciellen Pflanzenmorphologie, 1882; pag. 184; здѣсь и литература, pag. 179; въ новѣйшее время также G. Fritsche, Ber. d. deutsch. bot. Gesell., I Jahrg. pag. 83; Haberlandt, тамъ-же, pag. 263; и Oltmanns, in Cohn's Beitr. z. Biol. Bd. IV, pag. 1.

[2]) Срав. Leitgeb, Untersuchung. über Lebermoose, VI. Heft. 1881, здѣсь и дальнѣйшая литература.

[3]) Pfeffer, die Oelkörper der Lebermoose, Flora 1874, № 2.

[4]) Voigt, Beitrag zur vergl. Anat. der Marchantien, Bot. Ztg. 1879, Sp. 729.

[5]) Срав. Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose, Heft III, pag. 34. Здѣсь и прочая литература.

[6]) Срав. Kny, Jahrb. f. wiss. Bot Bd, IV pag. 85.

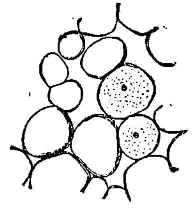
XIX. Упражненіе.

Строеніе вегетативныхъ органовъ грибовъ, лишайниковъ и водорослей. Окрашиванія клѣточнаго содержимаго.

Вегетативные органы грибовъ, если не принимать во вниманіе извѣстнаго числа простѣйшихъ формъ, состоятъ изъ нитевидно удлиненныхъ, болѣе или менѣе сильно вѣтвящихся нитей, изъ гифъ. Эти послѣднія или не имѣютъ перегородокъ и вполнѣ одноклѣтны, или-же подѣлены перегородками на рядъ слѣдующихъ одна за другою клѣточекъ. Даже самые большіе грибы состоятъ изъ такихъ, въ подобномъ случаѣ сильно вѣтвящихся и переплетающихся гифъ. Конечно, въ нѣкоторыхъ случаяхъ гифы могутъ такъ плотно соединиться, что получается ткань, называемая псевдопаренхимою, которая въ высшей степени напоминаетъ паренхимныя ткани высшихъ растеній. Но псевдопаренхима является результатомъ соединенія клѣточныхъ нитей, а не дѣленія клѣточекъ по тремъ направленіямъ.—Чтобы оріентироваться относительно подобнаго рода строенія, подвергнемъ изслѣдованію плодовое тѣло шляпнаго гриба (гименомицета) ([1]). Мы беремъ для примѣра шампиньонъ, Agaricus campestris, потому что этотъ грибъ можно теперь имѣть во всякое время года и, кромѣ того, онъ имѣетъ сравнительно простое строеніе. Сначала сдѣлаемъ продольный разрѣзъ изъ ножки взрослаго экземпляра. — На такомъ разрѣзѣ ясно видно строеніе въ видѣ продольно идущихъ гифъ и помощью иголъ, его можно разъединить въ продольномъ направленіи на волокна. Гифы болѣе или менѣе параллельны, нѣкоторыя проходятъ среди другихъ въ косвенномъ направленіи. Каждая гифа представляетъ клѣточную нить, которая производитъ мѣстами боковыя вѣтви. Послѣднія выростаютъ или непосредственно подъ перегородками, или-же ниже, изъ боковыхъ поверхностей. Мѣстами встрѣчаются слѣпыя окончанія вѣтокъ. Часто клѣточки сосѣднихъ гифъ являются соединенными посредствомъ поперечной вѣтки и открыто сообщаются одна съ другою. На периферіи ножки гифы уже, но сплетеніе ихъ весьма рыхло, почему и направленіе совершенно неправильное. Большія массы воздуха выполняютъ здѣсь промежутки между гифами.—Пока не обнаружилось вредное дѣйствіе воды на содержимое гифъ, до тѣхъ поръ это содержимое мало

замѣтно; оно представляется собраннымъ въ большемъ количествѣ только возлѣ поперечныхъ стѣнокъ. Позже въ клѣточкахъ образуются большія вакуоли. Изрѣдка въ клѣточкахъ попадаются мелкіе кристаллы.

Поперечный разрѣзъ ножки представляетъ паренхимообразный видъ, утрачивающійся только въ среднихъ частяхъ, въ которыхъ гифы обнаруживаются также и сбоку. Эта псевдопаренхимная ткань представляется какъ-бы состоящею изъ неравной величины, неправильно-многогранныхъ клѣточекъ, между которыми находятся болѣе или менѣе многочисленныя межклѣтныя пространства и полости (фиг. 73). При тщательномъ изслѣдованіи разрѣза, какъ-разъ на срединѣ нѣкоторыхъ клѣточекъ замѣчается сильно преломляющая свѣтъ точка (срав. фигуру). Въ такомъ мѣстѣ разрѣзъ коснулся поперечной перегородки, а центральная точка представляетъ пору, которая съ обѣихъ сторонъ перегородки покрыта скопленіемъ сильно преломляющаго свѣтъ вещества. Такія поры въ центрѣ поперечныхъ стѣнокъ вообще распространены у базидіомицетовъ и аскомицетовъ [2]). — Клѣточки гифъ содержатъ въ стѣнкоположной протоплазмѣ многочисленныя, очень мелкія клѣточныя ядра, но ихъ не легко обнаружить, и мы воздержимся отъ доказательства ихъ существованія.



Фиг. 73. Agaricus campestris. Часть поперечнаго разрѣза ножки. Въ двухъ гифахъ поперечный разрѣзъ коснулся поперечной стѣнки, на которой видна центральн. точка. Увел. 540.

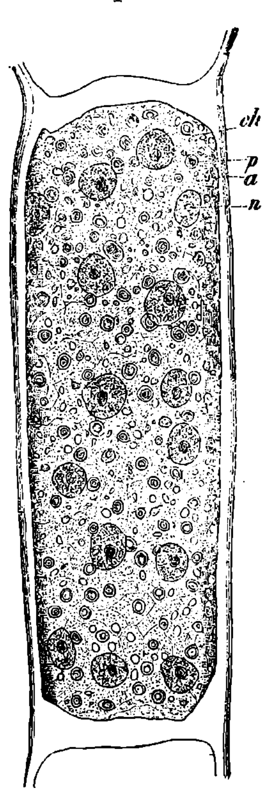
Со строеніемъ слоевища (Thallus) лишайниковъ, лучше всего познакомиться по повсемѣстно распространенной на стволахъ деревьевъ Anaptychia ciliaris. Слоевище его приподнимающееся, листовидно-кустарникообразное; на спинной сторонѣ сѣро-зеленаго или даже яркозеленаго, на брюшной сторонѣ сѣраго цвѣта. Отъ края слоевища отходятъ жесткія рѣсницы, которыя часто вилообразно раздѣляются на своихъ концахъ и тамъ, гдѣ прикасаются къ субстрату, прирастаютъ къ нему. Зажимаемъ кусочки слоевища въ бузинную сердцевину и дѣлаемъ поперечные разрѣзы. При достаточно сильномъ увеличеніи видимъ, что спинная поверхность слоевища состоитъ изъ плотно сплетенныхъ, толстостѣнныхъ гифъ. Онѣ образуютъ такъ называемый коровый слой. Далѣе внутрь, сплетенія гифъ раздвигаются, образуя рыхлый «сердцевинный слой». Здѣсь не трудно убѣдиться, что гифы представляютъ собою длинныя, мѣстами вѣтвящіяся и подѣленныя поперечными перегородками трубочки. На границѣ между корою и сердцевиною лежатъ разсѣянно сравнительно большія, зеленыя, шаровидныя клѣточки—гонидіи. Онѣ соотвѣтствуютъ водоросли Cystococcus humicola Naeg.

Гифы прикладываются къ гонидіямъ и доставляютъ этимъ послѣднимъ питательные соки, взамѣнъ чего получаютъ отъ гонидій часть ассимилированныхъ ими веществъ. Мы имѣемъ здѣсь слѣдовательно дѣло съ «симбіозомъ», совмѣстную жизнь гриба и водоросли, основанную на взаимной услугѣ. На брюшной сторонѣ слоевища Anaptychia грибныя гифы снова плотнѣе сплетаются, образуя родъ нижней коры; или же такое болѣе плотное сплетеніе отсутствуетъ и рыхлая сердцевинная ткань простирается до самой брюшной поверхности, какъ это чаще всего бываетъ. По краямъ слоевища коровый слой спинной стороны всегда переходитъ нѣсколько на брюшную сторону. Отъ этихъ краевъ, въ чемъ мы уже убѣдились микроскопически, отходятъ волокна для прикрѣпленія (ризины), которыя представляются состоящими изъ параллельныхъ, плотно соединенныхъ гифъ. Стѣнки этихъ гифъ имѣютъ буроватую окраску. У своихъ основаній пучки часто развѣтвляются вилообразно. У другихъ лишайниковъ ризины выростаютъ обыкновенно на брюшной сторонѣ слоевища. Растворъ хлор-цинк-іода окрашиваетъ стѣнки гонидій немедленно въ прекрасный синій цвѣтъ, между тѣмъ какъ гифы принимаютъ только желтую или желтобурую окраску, обнаруживая реакцію такъ называемой грибной клѣтчатки.

Anaptychia ciliaris представляетъ намъ лишайникъ съ слоистымъ или гетеромернымъ слоевищемъ, которое названо такъ именно потому, что гонидіи образуютъ въ слоевищѣ особый слой. У менѣе высоко организованныхъ лишайниковъ слоевище гомеомерное, то-есть гонидіи распредѣляются по всей ткани. Къ послѣднимъ относятся и студенистые лишайники, у которыхъ гонидіи находятся въ прозрачной студени, пронизанной гифами гриба. Водоросли, принимающія участіе въ построеніи лишайника, тоже бываютъ различныя, онѣ окрашены въ зеленый или синезеленый цвѣтъ, но почти всѣ принадлежатъ къ самымъ низшимъ группамъ.

Cladophorae представляютъ сильно вѣтвящіяся, зеленыя нити, которыхъ членики становятся тоньше, по мѣрѣ вѣтвленія. Это самыя распространенныя прѣсноводныя водоросли и всѣ виды ихъ пригодны для изслѣдованія, но точное опредѣленіе видовъ этого рода очень затруднительно. Мы избираемъ для болѣе подробнаго изслѣдованія темно-зеленую Cladophora glomerata, которая образуетъ пловучія дерновины. Она пучковидно вѣтвится, и вѣтви отходятъ, какъ и у всѣхъ прочихъ видовъ, отъ верхняго конца членика. Вѣтвленіе происходитъ въ акропетальномъ направленіи, такъ что конечныя клѣточки вѣтокъ должно считать верхушечными. Но и болѣе старые членики могутъ производить позже вѣтви, нѣкоторымъ образомъ придаточ-

ныя вѣтви. При достаточно сильномъ увеличеніи стѣнкоположное содержимое представляется состоящимъ изъ многогранныхъ пластинокъ (фиг. 74, *ch*), которыя отдѣлены другъ отъ друга нѣжными, безцвѣтными линіями. Въ каждой пластинкѣ замѣчаются болѣе или менѣе многочисленныя блѣдныя зерна (*a*); кромѣ того, въ отдѣльныхъ пластинкахъ помѣщаются сравнительно большія, болѣе или менѣе правильной шаровидной формы, сильнѣе преломляющія свѣтъ образованія, которыя прежде называли скопленіями крахмала (Amylumheerde), а въ новѣйшее время назвали пиреноидами [4]) (*p*) и въ которыхъ болѣе или менѣе ясно различается внутреннее ядро и оболочка. Внутри клѣточка наполнена клѣточнымъ сокомъ, который пронизываютъ безцвѣтныя, чрезвычайно тонкія пластинки, которыя, направляясь отъ стѣнкоположнаго содержимаго, раздѣляютъ полость клѣточки на неправильныя, различной величины, многогранныя камеры. Мѣстами во внутреннихъ протоплазматическихъ пластинкахъ замѣчаются хроматофоры. При установкѣ относительно оптическаго разрѣза, мы замѣчаемъ, что отъ стѣнкоположнаго содержимаго мѣстами вдаются въ полость клѣточки безцвѣтные шарики протоплазмы. Это клѣточныя ядра, въ которыхъ, при особенно удобномъ положеніи, можно даже различать и ядрышко. Какъ видно изъ этого наблюденія, мы имѣемъ у Cladophora дѣло съ многоядерными клѣточками. Если теперь препаратъ придавить достаточно сильно, въ такомъ случаѣ въ сдавленныхъ клѣточкахъ содержимое нѣсколько отступаетъ отъ стѣнокъ, а отдѣльныя хлорофильныя пластинки отдѣляются другъ отъ друга и округляются. Въ тоже время ясно обнаруживаются въ хроматофорахъ мелкія зерна и скопленія крахмала, и хроматофоры выглядятъ теперь совершенно такъ, какъ и хроматофоры высшихъ растеній, когда на нихъ подѣйствовала вода. Если прибавимъ теперь къ препарату небольшое количество раствора іода въ іодистомъ кали, то мелкія зерна, равно какъ и оболочки крахмальныхъ



Фиг. 74. Cladophora glomerata. Одна клѣточка нити, срисованная съ препарата, фиксированнаго хромовой кислотой и окрашеннаго карминомъ. *n* — клѣточныя ядра; *ch*—хроматофоры; *p*—скопленія крахмала; *a*—крахмальныя зернышки. Увел. 540.

скопленій окрашиваются въ фіолетовый цвѣтъ, но, находясь въ зеленыхъ хроматофорахъ, представляются бурыми; замѣтныя мѣстами клѣточныя ядра тоже принимаютъ бурую окраску. Мы можемъ отыскать въ этомъ препаратѣ неповрежденныя клѣточки, въ которыхъ крахмальныя зерна и пиреноиды, окрашенные въ ихъ естественномъ положеніи, явственно обнаружились и въ которыхъ, при болѣе глубокой установкѣ, можно ясно различить и клѣточныя ядра.—Разсмотримъ теперь еще одну нить, которую помѣщаемъ непосредственно въ каплю алкогольнаго раствора пикриновой кислоты, причемъ въ окрашенномъ въ желто-бурый цвѣтъ содержимомъ клѣточки рѣзко обнаруживаются и ядра пиреноидовъ. При достаточно сильномъ увеличеніи, образованія эти представляются угловатыми: это бѣлковые кристаллы [5]), которыхъ бываетъ иногда и по два въ одномъ пиреноидѣ. — По прошествіи короткаго времени, въ хлорофилловыхъ пластинкахъ появляются неправильно очерченныя бурыя зерна, которыя происходятъ вслѣдствіе разрушенія хлорофильнаго пигмента и представляютъ намъ реакцію гипохлорина или хлорофиллана [6]). Туже реакцію мы получили бы и отъ дѣйствія другихъ кислотъ.— Но, чтобы точнѣе изучить клѣточныя ядра и получить полное представленіе о ихъ распредѣленіи, употребимъ еще нѣкоторыя средства, которыя, притомъ, дадутъ намъ случай познакомиться съ нѣкоторыми хорошими методами фиксированія и окрашиванія, которымъ гистологическія изслѣдованія обязаны въ новѣйшее время немалыми успѣхами. Положимъ нѣсколько вѣтокъ Cladophora въ 1% хромовую кислоту, другую маленькую порцію въ концентрированную пикриновую кислоту, третью — въ 1% хромово-уксусную кислоту (хромовой кислоты 0,7%, уксусной кислоты 0,3% [7]). При этомъ необходимо обращать вниманіе на то, чтобы количество реактива превосходило величину фиксируемаго объекта по крайней мѣрѣ въ 100 разъ. Въ 1% хромововой и хромово-уксусной кислотахъ препараты оставляютъ на нѣсколько часовъ, можно даже оставить на 24 часа. Всѣ эти препараты необходимо затѣмъ промыть самымъ тщательнымъ образомъ въ дистиллированной водѣ; ихъ полезно оставить въ часто перемѣняемой водѣ на 24 часа. Особенно тщательной обработки требуютъ пикриново кислотные препараты, если они должны быть окрашены гематеинъ-аммоніакомъ.—Различнымъ образомъ фиксированные и хорошо промытые препараты помѣщаемъ теперь въ часовыя стекла съ Билевскимъ карминомъ [8]), съ Тиршевскимъ или Гренахеровскимъ борнымъ карминомъ, а также и съ Гойеровскимъ нейтральнымъ карминово-кислымъ аммоніакомъ. Въ карминѣ Биля разрѣзы должны пролежать до 24 часовъ, въ Гойеровскомъ карминѣ половину этого времени, въ борномъ карминѣ нѣсколько часовъ. Новую порцію нитей окрашиваемъ Гренахеровскимъ или Бёмеровскимъ

гематоксилиномъ, который долженъ быть возможно старѣе, для того, чтобы хорошо красилъ. Растворъ этотъ употребляютъ сильно разбавленнымъ. Лучше всего отъ поры до времени брать маленькія пробы объектовъ подъ микроскопъ, чтобы контролировать степень окраски и чтобы вынуть ихъ, какъ только они вберутъ достаточное количество красящаго вещества. Если-бы, не смотря на эту предосторожность, произошло нѣкоторое перекрашиваніе объектовъ, т. е. они окрасились-бы слишкомъ сильно, въ такомъ случаѣ ихъ кладутъ въ чистую воду или въ водный растворъ квасцовъ, или же въ воду, содержащую слѣды соляной кислоты, и оставляютъ въ соотвѣтственной жидкости до тѣхъ поръ, пока окраска не уменьшится въ нужной степени. Если препараты были обработаны водою, содержащею кислоту, въ такомъ случаѣ необходимо ихъ промывать въ теченіи нѣсколькихъ минутъ очень слабой аммоніакальной водой. Чтобы окрасить препараты гематеинъ-аммоніакомъ [9]), необходимо предварительно удалить изъ нихъ всякій слѣдъ пикриновой кислоты. Для этого мы переносимъ ихъ въ прокипяченную воду, которую еще много разъ мѣняемъ. Въ этой водѣ, которая кипяченіемъ освобождена предварительно отъ углекислоты, предметы остаются въ теченіи 24, даже 48 часовъ, и только послѣ этого подвергаютъ ихъ окрашиванію. Для послѣдней цѣли бросаютъ въ небольшое количество дестиллированной воды нѣсколько кристалликовъ гематоксилина и дѣйствуютъ на воду амміачнымъ газомъ. Послѣдняго достигаемъ посредствомъ промывательной склянки (Spritzfläschchen), которая содержитъ небольшое количество амміачнаго газа и въ которой обѣ трубки не доходятъ до жидкости. Послѣ этого кристаллы гематоксилина растворяются, окрашивая жидкость въ прекрасный фіолетовый цвѣтъ. Жидкость эту сильно разбавляютъ водою и кладутъ въ нее препараты приблизительно на два часа. И въ данномъ случаѣ можно непосредственно контролировать надлежащій моментъ окраски. Лучше препараты немного перекрашивать, и затѣмъ промывать нѣсколько часовъ водою. Такой методъ окрашиванія нѣсколько хлопотливъ, но даетъ иногда наиболѣе прекрасные результаты. Препараты, фиксированные не пикриновой кислотой, но какимъ нибудь другимъ способомъ, для окрашиванія гематеинъ-амміакомъ мало пригодны. Препараты, обработанные Билевскимъ карминомъ, борнымъ карминомъ или Гойеровскимъ карминомъ, тоже лучше всего удаются, если ихъ немного перекрасить и затѣмъ положить на нѣкоторое время въ часовое стеклышко съ 50 — 70% алкоголемъ, къ которому прибавлена одна капля соляной кислоты (для этой цѣли можно держать приготовленнымъ уже приблизительно $^1/_2$% растворъ соляной кислоты въ 70% алкоголѣ)- Сначала такіе препараты обнаруживаютъ диффузную окраску, но въ солянокисломъ алкоголѣ по-

лучается рѣзкая окраска. Препараты, помѣщенные въ содержащій соляную кислоту алкоголь, должны быть во всѣхъ случаяхъ промыты алкоголемъ, не содержащимъ кислоты.

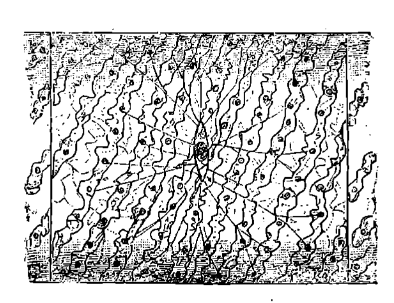
Если по окончаніи изслѣдованія пожелаемъ приготовить прочные препараты, то въ качествѣ сохряняющей среды употребляемъ глицеринъ или глицериновую желатину, или-же Гойеровскую жидкость для карминовыхъ препаратовъ. Чтобы гематоксилинная окраска могла сохраниться въ глицеринѣ или глицериновой желатинѣ, необходимо чтобы эти вещества были вполнѣ свободны отъ кислоты. Гойеровская жидкость весьма пригодна и для гематоксилиновыхъ препаратовъ.—Имѣющіеся препараты нельзя сразу класть въ сохраняющую среду, такъ какъ они, въ противномъ случаѣ, вслѣдствіе быстрой потери воды, съеживаются. Поэтому, ихъ надо сперва положить въ сильно разбавленный глицеринъ, который на воздухѣ постепенно концентрируется. Послѣ этого нити могутъ быть перенесены въ концентрированный глицеринъ или глицериновую желатину, или же въ Гойеровскую жидкость безъ замѣтныхъ послѣдствій. Глицериновые препараты мы заклеиваемъ канадскимъ бальзамомъ. Глицериновая желатина и Гойеровская сохраняющая жидкость, какъ это намъ уже извѣстно относительно первой, не нуждаются въ дальнѣйшей заклейкѣ.

Наконецъ мы подвергаемъ тщательному изслѣдованію различные препараты и находимъ, что лучше всего удались въ данномъ случаѣ фиксированные хромовой кислотой или хромовокислой смѣсью и окрашенные борнымъ карминомъ, а также гематоксилинные и гематеинъ-амміачные препараты, соотвѣтственнымъ образомъ фиксированные. Но теперь-же слѣдуетъ замѣтить, что такой результатъ обязателенъ только для даннаго объекта и что для другихъ могутъ имѣть предпочтеніе такіе методы, которые здѣсь менѣе пригодны. Часто случается также, что методъ, вообще дающій хорошую окраску, вдругъ почему-то не удается, такъ что никогда не надо дѣлать выводовъ на основаніи отдѣльныхъ случаевъ. Вообще фиксированіе и окрашиваніе содержимаго клѣточекъ сдѣлалось искусствомъ, которое должно быть изучено и требуетъ упражненія, а потому нужно приготовиться къ неудачамъ на первыхъ порахъ. — Мы выбрали Cladophorae какъ пригодный объектъ для перваго ознакомленія съ методами фиксированія и окрашиванія; кто пожелаетъ ограничиться въ данномъ случаѣ самымъ вѣрнымъ и всегда удающимся методомъ, тотъ можетъ фиксировать указаннымъ способомъ посредствомъ 1% хромовой кислоты и окрашивать одну часть матеріала борнымъ карминомъ, другую — гематоксилиномъ. Окрашиваніе борнымъ карминомъ удается почти всегда.

Въ борно-карминномъ препаратѣ (фиг. 74) ядра обнаруживаются весьма рѣзко. Пиреноиды, равно какъ и прочая протоплазма

клѣточки, почти не окрашиваются; крахмальныя зерна тоже не вбираютъ красящаго вещества. Пиреноиды обнаруживаютъ теперь внутри себя очень ясно сильнѣе преломляющій свѣтъ бѣлковый кристалъ, окруженный полымъ шаромъ, который даетъ съ іодомъ, какъ мы уже раньше видѣли, крахмальную реакцію. Клѣточныя ядра, на которыя мы обращаемъ особенное вниманіе, распредѣлены въ клѣточкѣ приблизительно равномѣрно, прилегаютъ извнутри къ хлорофильному слою и вдаются въ массу клѣточки. Каждое ядро содержитъ сильно окрашенное ядрышко и представляется въ общемъ какъ бы мелкозернистымъ или пористымъ. — Гематоксилинные, а также гематеинные препараты представляютъ ядра сильно окрашенныя и обнаруживаютъ, хотя и слабо, кристаллы въ пиреноидахъ. Крахмальныя зерна не окрашены, но микрозомы протоплазмы окрашиваются, и притомъ почти такъ же сильно, какъ и кристаллы въ пиреноидахъ.

Простую клѣточную нить представляетъ намъ родъ Spirogyra. Для изслѣдованія выбираемъ видъ, который имѣетъ центральное, легко видимое ядро. Такую организацію имѣетъ примѣрно Spirogyra majuscula [10]), которую встрѣчаютъ мѣстами въ лужахъ, не особенно рѣдко, но спорадически. Но и другіе виды съ центральнымъ ядромъ могутъ служить для наблюденій и представятъ въ существенныхъ чертахъ строенія лишь небольшія уклоненія. Если имѣется уже хорошій матеріалъ, то необходимо сохранять его въ культурѣ. Лучше всего это удается въ сравнительно низкихъ сосудахъ, стѣнки которыхъ непрозрачны или покрыты черною бумагою, такъ какъ односторонній свѣтъ дѣйствуетъ вредно. Сосуды должны стоять въ свѣтломъ мѣстѣ, но надо ихъ защитить отъ непосредственнаго солнца. Въ рѣчную или колодезную воду, которая не должна содержать слишкомъ много извести, бросаютъ отъ поры до времени вываренные и пропитанные питательною жидкостію кусочки торфа. Такую питательную жидкость мы составляемъ соотвѣтственнымъ образомъ, растворяя въ 100 *ccm.* воды 1 *g.* азотнокислаго кали, 0,5 *g.* хлористаго натрія, 0,5 *g.* сѣрнокислой извести, 0,5 *g.* сѣрнокислой магнезіи, 0,5 *g.* хорошо измельченной фосфорнокислой извести (растворяются только слѣды этой послѣдней) [11]). При такой обстановкѣ Spirogyra, и вообще водо-



Фиг. 75. Spirogyra majuscula. Клѣтка нити, изображенная при различныхъ установкахъ; видны центральное ядро и нити, на которыхъ оно подвѣшено. Увел. 240.

росли, развиваются хорошо.—Взрослыя клѣточки Spirogyra majuscula приблизительно въ $1^1/_2$—2 раза длиннѣе ширины (фиг. 75). Клѣточная оболочка устлана нѣжнымъ, безцвѣтнымъ, протопласматическимъ слоемъ, который ясно обнаруживается, если клѣточку пласмолизировать, т. е. если ея протоплазматическое тѣло заставить съежиться посредствомъ водоотнимающихъ веществъ, напр. раствора сахара, глицерина, раствора поваренной соли или селитры. Вдоль стѣнкоположнаго слоя извивается отъ 8 до 10 хлорофильныхъ лентъ, которыя большею частію представляются круто и густо завитыми. Ленты имѣютъ красивыя очертанія и достаточно прозрачны, чтобы можно было разсмотрѣть внутреннюю часть клѣточки. На неравныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга помѣщаются внутри лентъ болѣе плотныя, шаровидныя, безцвѣтныя тѣла, уже извѣстные намъ пиреноиды. Эти пиреноиды представляютъ бѣлковый кристаллъ и окружающій его въ видѣ полаго шара слой мелкихъ крахмальныхъ зеренъ. Угловатыя очертанія кристалловъ распознаются и безъ реактивовъ, но обнаруживаются нѣсколько рѣзче, если прибавить къ препарату у края покровнаго стеклышка немного пикриновокислаго алкоголя. При обработкѣ растворомъ іода въ іодистомъ кали, все тѣло представляется темно-бурымъ, вслѣдствіе одновременной окраски крахмальной оболочки и бѣлковаго кристалла. Центральное ядро имѣетъ у этого вида веретенообразную форму; но если давленіемъ на клѣточку измѣнить его положеніе, такъ чтобы оно обнаружилось сбоку, въ такомъ случаѣ оно представится намъ въ видѣ кружка; такимъ образомъ онъ имѣетъ въ дѣйствительности форму двояковыпуклой чечевицы. Въ рединѣ его находится большое, явственное ядрышко, рѣже внутри ядра равномѣрно распредѣлено два или три такихъ ядрышка. — У другихъ близкихъ видовъ клѣточное ядро толще и при натуральномъ своемъ положеніи представляется въ видѣ прямоугольника съ закругленными углами.—Клѣточное ядро окружено весьма тонкимъ слоемъ протопласмы, отъ которой идутъ нѣжныя протопласматическія нити къ стѣнкоположному слою клѣточки. На этихъ нитяхъ клѣточное ядро подвѣшено въ полости клѣточки, наполненной клѣточнымъ сокомъ. Всѣ нити отходятъ отъ узкаго края клѣточнаго ядра, большею частью нѣсколько разъ на своемъ протяженіи вилообразно развѣтвляются и прикрѣпляются къ внутренней сторонѣ хлорофильныхъ лентъ, именно къ выдающимся мѣстамъ, въ которыхъ помѣщаются пиреноиды. Въ большинствѣ случаевъ, въ этомъ легко можно убѣдиться, медленно измѣняя установку.

Примѣчаніе къ XIX-му упражненію.

[1]) H. Hoffmann, Icones anal. fung., I—III; de Bary, Morphologie d. Pilze etc., pag. 49 ff.

[2]) О порахъ въ перегородкахъ Florideae, срав. Bornet, études phycol., pag. 100, и Schmitz, Stzber. d. kgl. Akad. d. Wiss. z. Berl., 1883, pag. 218.

[3]) Schmitz, Siphonocladiaceen. pag. 17; Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 204.

[4]) Schmitz, Chromatophoren d. Algen, pag 37, срав. также pag. 16 и 35.

[5]) На основаніи сообщеній A. W. Schimper'a.

[6]) Pringsheim, особенно въ Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XII, pag. 294. A. Tschirsch, Ber. d. deut. bot. Gesell. Bd. I, pag. 140; тамъ и литература.

[7]) Flemming, новѣйшее въ Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung, 1882, 379. Тамъ и литература.

[8]) Свойство клѣточнаго ядра — жадно вбирать красящія вещества и усвоять—было открыто Th. Hartig'омъ: «Ueber das Verfahren bei Behandlung des Zellkerns mit Farbstoffen», Bot. Ztg., 1854, Sp. 877. Entwicklungsgesch. d. Pflkeims, 1858, pag. 154. Въ животную гистологію этотъ пріемъ былъ введенъ Gerlach'омъ. Mikr. Stud. a. d. Geb d. menschl Morpholg., 1858.

[9]) Срав. Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesellsch., 13 Juli 1880, Sep.-Abdr., pag. 2.

[10]) Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 173.

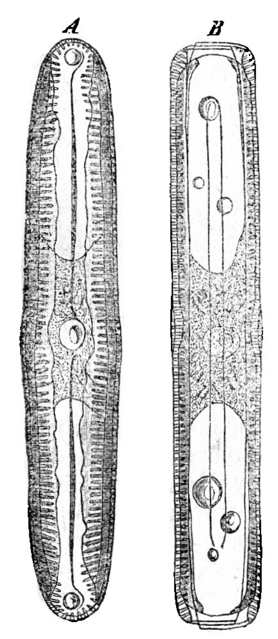
[11]) Питательный растворъ по Sachs'y. Vorl. über Pflanzen-Physiol., pag. 342.

XX. Упражненіе.

Діатомы, Protococcus, дрожжевики, дробящіяся водоросли.

Діатомы или Бацилляріи суть одноклѣтные организмы, занимающіе промежуточное положеніе между животными и растеніями и представляющіе обособленную группу. Наиболѣе подходящимъ объектомъ для ознакомленія съ строеніемъ Діатомъ, можетъ служить Pinnularia viridis [1]), видъ весьма распространенный въ стоячихъ и проточныхъ водахъ. Между прѣсноводными формами она отличается сравнительно значительной величиною и вообще легко даетъ возможность разсмотрѣть строеніе ея тѣла. Она представляется подъ микроскопомъ — при чемъ мы должны ее изучать при самыхъ сильныхъ имѣющихся у насъ увеличеніяхъ — или въ видѣ удлиненнаго эллипса, или въ видѣ прямоугольника съ закругленными углами. Въ первомъ видѣ мы наблюдаемъ ее со стороны створки (Schalenansicht, Nebenseite) (фиг. 76, *A*), въ послѣднемъ—съ поясковой стороны (Gürtelansicht,

Hauptseite) (фиг. 76, *B*). Со стороны створки клѣточная оболочка представляется покрытою узкими бороздками, которыя идутъ отъ края къ срединѣ, но до нея не доходятъ (срав. фигуру). Ихъ считаютъ, большею частію, углубленіями внѣшней поверхности створки, т. е. болѣе тонкими участками послѣдней. Средняя, гладкая часть, свободная отъ бороздокъ, представляетъ на своихъ концахъ и по срединѣ по одному сильнѣе преломляющему свѣтъ утолщенію, которое называютъ узелкомъ. Оба конечныхъ узелка соединяются съ центральнымъ узелкомъ посредствомъ линіи, которая подлѣ самаго центральнаго узелка изгибается въ одну и туже сторону и заканчивается небольшимъ расширеніемъ. Конечные узелки охватываются противуположными концами линіи серпообразно, для чего линія на обоихъ концахъ загибается въ бокъ въ томъ-же направленіи, какъ и у центральнаго узелка. На своемъ протяженіи между узелками линія немного расширяется; полагаютъ, что она представляетъ щель, которая ведетъ внутрь клѣточки. На поясковую сторону бороздки не переходятъ (*B*), онѣ видны только по краямъ изображенія. При установкѣ относительно оптическаго разрѣза и при внимательномъ разсматриваніи концовъ клѣточки, мы убѣждаемся въ замѣчательномъ фактѣ, именно въ томъ, что средняя часть стѣнки двойная. При тщательномъ изслѣдованіи оказывается, что здѣсь происходитъ надвиганіе другъ на друга (Einschachtelung) двухъ отдѣльныхъ частей стѣнки. Къ краямъ обѣихъ эллиптическихъ частей клѣточки, которыя мы видѣли со стороны створки, прикрѣпляются, именно, части оболочки, кончающіяся свободнымъ краемъ. Такимъ образомъ, стѣнка этой клѣточки состоитъ изъ двухъ половинъ, изъ которыхъ одна вставлена въ другую. Строеніе такой стѣнки совершенно соотвѣтствуетъ строенію эллиптической коробочки (Schachtel), съ надвинутою крышкою. Боковыя стѣнки крышки столь-же высоки, какъ и стѣнки коробочки, но не вполнѣ надвинуты другъ на друга. Если при разсматриваніи нашей клѣтки будемъ переходить отъ оптическаго разрѣза къ поверхности, то можемъ увидѣть здѣсь тонкіе края обѣихъ половинъ клѣточки, въ видѣ нѣжныхъ линій.—Плоскія, покрытыя бороздками поверхности клѣточной стѣнки называютъ створками, гладкія, къ



Фиг. 76. Pinnularia viridis. *A*—Видъ со стороны створки, *B*—со стороны пояска. Увел. 540.

нимъ прикрѣпляющіяся боковыя стороны—поясками, отсюда и употребленіе уже указанныхъ выше названій для обѣихъ сторонъ. У Pinnularia легко удается давленіемъ или посредствомъ химическихъ реактивовъ выдвинуть одну половину клѣточной стѣнки изъ другой, нерѣдко попадаются и отмершіе экземпляры, у которыхъ этотъ процессъ произошелъ въ большей или меньшей степени самъ собой. При надавливаніи, пояски легко ломаются вдоль параллельной ихъ краю и близко отъ него проходящей линіи. Эти линіи, по одной у каждаго края, слѣдовательно двѣ на каждой поясковой сторонѣ, часто бываютъ замѣтны и представляютъ, вѣроятно, болѣе тонкія мѣста поясковъ. Онѣ не доходятъ до концовъ клѣточки. Содержимое клѣточки представляется нѣсколько различно, смотря потому, будемъ-ли мы имѣть передъ собою сторону створки или пояска. Въ первомъ случаѣ (фиг. 76, *A*) вдоль клѣточки, отъ одного коца ея до другаго, проходитъ срединная свѣтлая полоса; такимъ образомъ видна безцвѣтная цитоплазма клѣточки. По срединѣ клѣточки она скопляется въ видѣ двояковогнутаго плазматическаго мостика. Въ этомъ мостикѣ лежитъ клѣточное ядро, которое не всегда легко видѣть безъ примѣненія реактивовъ, а въ немъ относительно большое ядрышко. Съ свѣтлою полосою граничатъ съ обѣихъ сторонъ хроматофоры, имѣющіе гладкіе или выемчатые контуры, окрашенныя въ бурый цвѣтъ «эндохромныя пластинки». Онѣ прилегаютъ, слѣдовательно, къ поясковымъ сторонамъ. Въ плазматическихъ мостикахъ замѣчаются попарно соединенныя палочки, значеніе которыхъ неизвѣстно. Наконецъ, въ ячейковомъ сокѣ находятся большею частію, но не всегда, бо́льшей или меньшей величины капли масла. Съ поясковой стороны тѣло клѣточки представляется равномѣрно бурымъ, потому что хроматофоръ покрываетъ здѣсь весь стѣнкоположный безцвѣтный слой. Только на самыхъ оконечностяхъ клѣточки виднѣется безцвѣтная клѣточная плазма. Хроматофоръ имѣетъ равномѣрную плотность и равномѣрную окраску, безъ видимой дифференцировки. Съ поясковой стороны центральное скопленіе плазмы тоже представляется въ видѣ двояковогнутаго мостика.

Просматривая наши препараты, приготовленные раньше изъ Cladophora, мы навѣрное можемъ найдти прикрѣпившихся къ нитямъ діатомъ. Онѣ фиксированы и окрашены вмѣстѣ съ этой водорослію, и мы прекрасно можемъ видѣть въ каждой клѣточкѣ клѣточное ядро.

Между многочисленными экземплярами Pinnularia попадаются изрѣдка и двойные. Это клѣточки-сестры, недавно происшедшія изъ материнскаго экземпляра. Онѣ прилегаютъ одна къ другой створками и, если ихъ стѣнки развиты вполнѣ, то

мы констатируемъ, что пояски обѣихъ внутреннихъ створокъ заключены въ поясках обѣихъ наружныхъ створокъ. Послѣ происшедшаго раздѣленія содержимаго материнской клѣточки, эти внутреннія половины стѣнокъ дочернихъ индивидуумовъ образовались вновь. Каждая клѣточка имѣетъ такимъ образомъ одну, болѣе старую и другую, болѣе молодую половину, и не трудно сообразить, что различіе въ возрастахъ обѣихъ половинъ можетъ быть весьма значительнымъ.

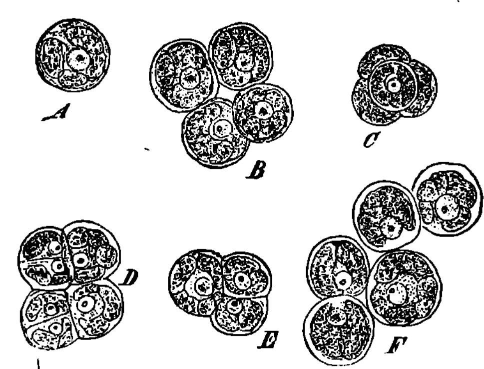
Экземпляры Pinnularia движутся. Обыкновенно клѣточки подвигаются въ направленіи своей длинной оси или равномѣрно, или толчками, по временамъ уклоняясь отъ своего пути и въ сторону. Онѣ не свободно плаваютъ, но ползаютъ по какому нибудь субстрату, и представляется весьма вѣроятнымъ, что сквозь принимаемую за щель линію, которую мы видѣли на срединѣ створки, выдвигается нѣжный протоплазматическій край и составляетъ органъ движенія, родъ псевдоподіи.

Сдѣлаемъ препаратъ изъ Pinnularia на слюдяной пластинкѣ и прокалимъ его на пламени газовой горѣлки или спиртовой лампы. Послѣ того помѣщаемъ слюдяную пластинку на предметную и разсматриваемъ препаратъ сухимъ, накрывъ его однако кроющею пластинкою, при сильномъ увеличеніи. Мы убѣждаемся, что изъ Pinnularia получаются полные скелеты. Эти послѣдніе, при непродолжительномъ прокаливаніи, представляются буроватыми отъ обуглившагося органическаго вещества, но, при болѣе продолжительномъ прокаливаніи, являются безцвѣтными. Соляная кислота не дѣйствуетъ на нихъ, они состоятъ изъ кремнезема и сохраняютъ мельчайшія черты строенія оболочки, которая, слѣдовательно, была проникнута кремнеземомъ въ высшей степени. Бороздки представляются на такихъ препаратахъ очень явственно, въ видѣ темныхъ полосокъ, прочія особенности строенія стѣнки тоже могутъ быть весьма хорошо изучены. Особенно прекрасно видны на створкахъ щели, которыя идутъ въ обѣ стороны отъ центральнаго узелка къ конечнымъ узелкамъ. Ясно замѣтно расширеніе на ихъ срединѣ. На поясковой сторонѣ рѣзко обнаруживаются края обѣихъ половинъ клѣточной стѣнки; кромѣ того, на надвинутыхъ другъ на друга частяхъ видны двѣ линіи, параллельныя другъ другу и краямъ обѣихъ половинъ клѣточки и не достигающія концовъ клѣточки. — Столь же прекрасные кремневые скелеты получаются, если предварительно подѣйствуемъ на діатомъ каплею концентрированной сѣрной кислоты и прибавимъ нѣсколько позже 20%, а затѣмъ, постепенно, концентрированной хромовой кислоты и, наконецъ, удалимъ эти реактивы посредствомъ воды [2]). Створки діатомъ, бѣдные содержаніемъ кремнезема, не переносятъ ни прокаливанія, ни послѣдней описанной нами об-

работки; такія створки надо класть на 4 — 7 дней въ соляную кислоту, къ которой прибавляютъ немного хлорновато-кислаго кали. Послѣ этого, если створки еще не вполнѣ отдѣлились, хорошо положить ихъ на 2 дня въ аммоніакъ и затѣмъ перенесть въ азотную кислоту.

Замѣчательная особенность клѣточной стѣнки — ея сложеніе изъ двухъ половинъ, свойственно и другимъ діатомамъ. Также точно и движеніе наблюдается вообще у всѣхъ свободно живущихъ формъ. Даже многія приросшія или заключенныя въ студенистыя трубки способны къ движенію, между тѣмъ какъ большая часть формъ, образующихъ нити, какъ кажется, не обладаетъ движеніемъ. Благодаря своему чрезвычайно нѣжному строенію, діатомы употребляются, въ качествѣ пробныхъ предметовъ, для испытанія болѣе сильныхъ микроскопическихъ объектововъ. Въ особенности употребляются для этой цѣли створки Pleurosigma angulatum, которыя обнаруживаютъ при достаточно сильномъ увеличеніи правильно расположенные шестиугольники.

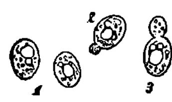
Чтобы познакомиться съ возможно простою формою изъ ряда одноклѣтныхъ, зеленыхъ водорослей, изслѣдуемъ Protococcus. Сюда относятся большею частію всѣ тѣ зеленые налеты, которые встрѣчаются на стволахъ деревьевъ, сырыхъ доскахъ, стѣнахъ и въ другихъ подобныхъ мѣстахъ. При этомъ мы оставляемъ въ сторонѣ вопросъ, должно ли разсматривать нашъ Protococcus какъ самостоятельный видъ, или же какъ стадію развитія другой водоросли [3]) Форма (фиг. 77), которую мы нашли на старомъ стволѣ дерева, подходитъ подъ опредѣленіе Protococcus viridis. Разсматриваемъ ее при сильномъ увеличеніи и находимъ, что она состоитъ изъ изолированныхъ или соединенныхъ въ небольшія фамиліи шаровидныхъ клѣточекъ (фиг. 77, *A*—*F*). Содержимое клѣточекъ свѣтлозеленаго цвѣта, но, какъ показываютъ достаточно сильныя увеличенія, окрашена не вся плазма равномѣрно, а существуетъ извѣстное число хроматофоровъ, которые, соприкасаясь другъ съ другомъ, занимаютъ поверхность содержимаго. Тамъ, гдѣ



Фиг. 77. Protococcus viridis, обработанный растворомъ іода въ іодистомъ кали При *D* клѣточки лѣвой стороны вскорѣ послѣ дѣленія. Увел. 540.

ихъ соприкосновеніе не полно, виднѣется безцвѣтная плазма клѣточки. Приблизительно по срединѣ клѣточки помѣщается клѣточное ядро, снабженное ядрышкомъ, но, безъ употребленія реактивовъ, ядро большей частію не можетъ быть замѣчено. Клѣточки снабжены тонкою стѣнкою, которая окрашивается отъ хлор-цинк-іода въ фіолетовый цвѣтъ. Большею частію находимъ много клѣточекъ, которыя дѣлятся на-двое посредствомъ перегородки, раздѣляющей шаровидную клѣточку пополамъ (фиг. 77, *D*). Дѣленіе сосѣднихъ клѣточекъ совершается въ той-же или-же приблизительно въ перпендикулярной къ ней плоскости. Дочернія клѣточки вскорѣ разъединяются, округляясь (*C*, *F*); онѣ еще склеены нѣкоторое время, или же отдѣляются другъ отъ друга совершенно. Если клѣточки обработать растворомъ іода въ іодистомъ кали, въ такомъ случаѣ рѣзко выступаютъ клѣточныя ядра (наши фигуры нарисованы по іодным препаратамъ). Въ каждомъ ядрѣ ясно обнаруживается ядрышко. Въ клѣточкахъ, недавно образовавшихся путемъ дѣленія, молодыя ядра прилегаютъ къ перегородкамъ (*D*). Растворъ іода обнаруживаетъ въ хроматофорахъ присутствіе мелкихъ крахмальныхъ зеренъ, но не пиреноидовъ.

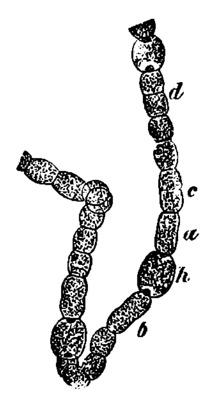
Очень просто устроенными организмами представляются намъ безцвѣтныя грибныя клѣточки, разсматриваемыя подъ общимъ именемъ сахкаромицетовъ. Добываемъ себѣ пивныхъ дрожжей, всего лучше бродящаго сусла изъ пивоварни, и разсматриваемъ при сильномъ увеличеніи небольшую частицу, распредѣленную въ каплѣ воды. Поле зрѣнія представляется покрытымъ мелкими клѣточками, это особи такъ называемаго грибка пивныхъ дрожжей, Saccharomyces cerevisiae [4]). Клѣточки имѣютъ шаровидную или эллипсоидальную форму, снабжены нѣжною оболочкою, а внутри ихъ находится одна большая или нѣсколько маленькихъ вакуоль и нѣсколько зернышекъ, сильнѣе преломляющихъ свѣтъ (фиг. 78, 1). Ядра не видно, но оно существуетъ и существованіе его, хотя и съ трудомъ, можно замѣтить [5]). Для этого нужно объектъ фиксировать посредствомъ пикриновой кислоты, испытаннымъ на Cladophora способомъ, и затѣмъ окрасить гематеинъ-аммоніакомъ. Тогда въ каждой клѣточкѣ замѣчается маленькое, круглое, темнѣе окрашенное ядро. Живой объектъ, взятый нами для изслѣдованія, представляетъ множество размножающихся клѣточекъ. Размноженіе происходитъ здѣсь весьма своеобразно, именно, на клѣточкахъ появляется одно, рѣже нѣсколько маленькихъ, пуговкообразныхъ вздутій, которыя постепенно достигаютъ формы и величины материнской клѣточки и тогда отъ нея отдѣляются (2, 3). При очень энергическомъ раз-



Фиг. 78. Saccharomyces cerevisiae. *1*—не почкующіяся, *2* и *3*—почкующіяся клѣточки. Увел. 540.

витіи находимъ дочернія клѣточки соединенными въ видѣ маленькихъ, мѣстами развѣтвляющихся цѣпочекъ; при медленномъ развитіи, клѣточки разъединяются передъ каждымъ новымъ почкованіемъ. Благодаря этому размноженію посредствомъ почкованія, «сахкаромицеты» называютъ также почкующимися грибами (Sprosspilze). Въ жидкостяхъ, содержащихъ сахаръ, они вызываютъ алкогольное броженіе. — Въ новѣйшее время [6]) самостоятельность сакхаромицетовъ была отрицаема и ихъ считали конидіями (извѣстный родъ споръ) различныхъ грибовъ, которымъ присуще свойство въ соотвѣтственныхъ питательныхъ жидкостяхъ размножаться до безконечности посредствомъ почкованія.

Разсмотримъ еще одну изъ Nostocaceae, которая имѣетъ для насъ интересъ, благодаря своимъ симбіотическимъ отношеніямъ къ другому растенію. Послѣднее растеніе — это культивируемая теперь во всѣхъ ботаническихъ садахъ Azolla caroliniana; а такъ какъ она перезимовываетъ въ теплицахъ, то мы получаемъ возможность добывать во всякое время матеріалъ изъ Nostocaceae. Вообще Nostocaceae весьма склонны къ симбіозу и мы находимъ ихъ въ весьма различныхъ растеніяхъ, но преимущественно въ качествѣ составной части тѣла лишайниковъ. Живущая въ Azolla — Anabaena Azollae находится въ опредѣленныхъ мѣстахъ этого растенія. Листья Azolla раздѣляются на двѣ лопасти. Верхняя лопасть мясистая и плаваетъ на водѣ, нижняя кожистая и погружена въ воду. Верхняя лопасть заключаетъ внутри себя большую полость, въ которую ведетъ узкое отверстіе, находящееся на внутренней поверхности листа. Эта полость наполнена анабеною и отъ ея стѣнокъ вростаютъ вѣтвистые волоски, вдающіеся въ извилины этой анабены. Чтобы получить анабену для изслѣдованія, разрываемъ иглами верхія лопасти нѣсколькихъ листьевъ, накрываемъ покровнымъ стеклышкомъ, придавливая его нѣсколько,—и послѣ того легко уже найдти нити анабены. Во всякомъ случаѣ несомнѣнно, что ихъ находятъ въ каждомъ экземплярѣ Azolla. Разсмотримъ нити при возможно сильномъ увеличеніи (фиг. 79). Онѣ состоятъ изъ ряда боченкообразныхъ клѣточекъ, которыя мѣстами перемежаются съ большею, эллипсоидальною или круглою клѣточкою—пограничною клѣточкою или гетероцистою. Нити извиваются змѣевидно, не образуя замѣтной студени. Все содержимое вегетативныхъ клѣточекъ имѣетъ синезеленый цвѣтъ, а погранич-

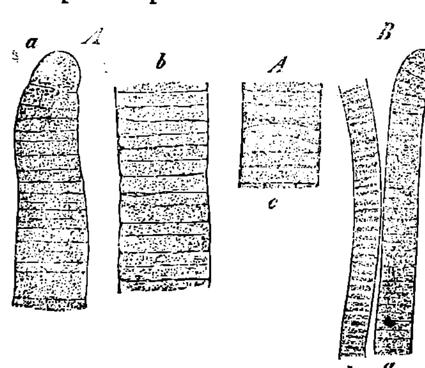


Фиг. 79. Anabaena Azollae. *a*—*d* послѣдовательныя стадіи дѣленія вегетативныхъ клѣточекъ; *h*—пограничная клѣточка. Увел. 540.

ныхъ — оливково-зеленый; въ этомъ содержимомъ различаются мелкія, болѣе темныя зернышки; ядра нѣтъ. Большею частью находимъ отдѣльныя размножающіяся клѣточки (фиг. 79, *a—d*). Если взять вѣтку Azolla между пальцевъ и сдѣлать плоскостные разрѣзы изъ нихъ, то нерѣдко можно будетъ увидѣть анабену въ ея естественномъ положеніи внутри полости листа. Но нужна благопріятная случайность, чтобы полость была перерѣзана въ надлежащемъ направленіи. Большею частію, это удается и тогда видны и вѣтвистые волоски, пронизывающіе анабену.

Совершенно подобное строеніе имѣютъ нити оливково-зеленыхъ, морщинистыхъ студенистыхъ массъ, которыя часто попадаются въ большомъ количествѣ на дорогахъ и представляютъ собою Nostoc ciniflonum Tournefort (commune Vauch.) [7]).

При изслѣдованіи наземныхъ формъ Vaucheria, въ особенности же собранныхъ на цвѣточныхъ горшкахъ, попадаются осциллярiи, которыя тоже относятся къ дробящимся растеніямъ (схизофитамъ, Spaltpflanzen) и весьма близки къ Nostocaceae. Но вообще онѣ встрѣчаются повсемѣстно въ стоячихъ водахъ, на илистой почвѣ и т. п. Ихъ присутствіе нерѣдко обнаруживается непріятнымъ, гнилостнымъ запахомъ. При культивированіи въ сосудахъ, онѣ вылазятъ отчасти по ихъ стѣнкамъ выше поверхности воды. Это почти прямыя или загнутыя нити, которыя окрашены въ сине-зеленный, голубо-зеленный, оливково-зеленный, даже бурый цвѣтъ, но могутъ быть и безцвѣтными; многія формы отличаются живою подвижностію. Нити свободны или заключены въ студенистыя влагалища. Онѣ лежатъ въ такихъ влагалищахъ по одной, или по нѣсколько вмѣстѣ. Влагалища образуются изъ наружныхъ слоевъ оболочки нитей; въ тѣхъ случаяхъ, когда эти слои растворяются, влагалищъ не бываетъ. Посредствомъ поперечныхъ перегородокъ нити подѣлены на одинаковыя, короткія клѣточки. Поперечныя перегородки обнаруживаются у многихъ видовъ очень легко, у другихъ — весьма трудно. За исключеніемъ этого различія, въ строеніи этихъ организмовъ господствуетъ большое однооб-

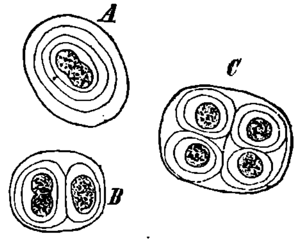


Фиг. 80. *A* — Oscillaria princeps, *B* — Oscillaria Froelichii. *a* — концы нитей; *b* — среднія участки нитей; *b* при *B* — скопившіяся у перегородокъ зернышки; *c* при *A*—отмершая клѣточка между живыми.

разiе. Содержимое клѣточекъ, если окрашено, то во всей своей массѣ равномѣрно; въ немъ не замѣчается ядра, но существуетъ большое число мелкихъ зернышекъ. Зернышки или равномѣрно распредѣлены во всей массѣ содержимаго, или же скопляются преимущественно у перегородокъ. — Все равно какой бы видъ ни былъ взятъ для изслѣдованiя; но болѣе толстые, съ явственными перегородками, въ родѣ изображенныхъ на фиг. 80, заслуживаютъ предпочтенiя.

Чрезвычайно интересны явленiя движенiя, бросающiяся въ глаза въ самомъ началѣ изслѣдованiя осциллярiй. Особенно хорошо можно разсмотрѣть движенiе при сильномъ увеличенiи у болѣе толстыхъ формъ, съ нѣсколько загнутыми концами и явственными зернышками. Мы убѣждаемся въ такомъ случаѣ, что движенiе нитей сопровождается медленнымъ вращенiемъ вокругъ ихъ оси. Въ тоже время нить производитъ неправильные изгибы, «нутацiи», которыя представляются выраженiемъ различiя въ интенсивности роста на различныхъ сторонахъ. Эти изгибы совершаются преимущественно медленно, но могутъ быть поводомъ и сильныхъ движенiй, именно тогда, когда изгибанiе задерживается какимъ нибудь препятствiемъ, послѣ преодолѣнiя котораго напряженiе сразу уравновѣшивается. Нити осциллярiй движутся то впередъ, то назадъ. Движенiя могутъ совершаться только въ томъ случаѣ, когда нить находитъ опору въ какомъ нибудь другомъ предметѣ. Прямыя нити движутся такимъ-же образомъ, какъ и изогнутыя, но у послѣднихъ явленiе это особенно хорошо замѣтно и наблюдается непосредственно, между тѣмъ какъ у прямыхъ нитей, чтобы замѣтить движенiе, необходимо фиксировать отдѣльныя зернышки ихъ поверхности. Причина движенiя еще не дознана съ достовѣрностiю; въ новѣйшее время утверждали, что оно обусловливается отростками протоплазмы, которые выдаются черезъ оболочку наружу [8]).

Къ тому-же классу организмовъ, какъ Nostocaceae и Oscillariaceae, принадлежатъ и еще проще устроенныя Chroococcaceae, съ которыми мы познакомимся по одному изъ весьма распространенныхъ видовъ Gloeocapsa. Мы избираемъ для примѣра произрастающую на сырыхъ стѣнахъ и скалахъ Gloeocapsa polydermatica (фиг. 81), которая узнается по своему грязнозеленому или оливковому студенистому слоевищу и по плотнымъ, явственнымъ и многочисленнымъ слоямъ оболочки. Но и другой видъ, съ менѣе хорошею слоистостiю оболочки, столь-же пригоденъ. У всѣхъ находимъ въ студенис-



Фиг. 81. Gloeocapsa polydermatica. При *A* въ началѣ дѣленiя, при *B*, слѣва, вскорѣ послѣ дѣленiя. Увел. 540.

тыхъ покровахъ равномѣрно окрашенныя, болѣе или менѣе замѣтно зернистыя, несодержащія клѣточныхъ ядеръ клѣточки. По этимъ особенностямъ Chroococcaceae всегда могутъ быть отличаемы отъ нѣкоторыхъ весьма сходныхъ съ ними формъ Protococcaceae и въ особенности Palmellaceae, потому что эти послѣднія имѣютъ клѣточное ядро и обособленные отъ прочей клѣточной плазмы хроматофоры.— Клѣточки Gloeocapsa polydermatica, недавно происшедшія посредствомъ дѣленія, имѣютъ почти шаровидную форму (фиг. 81, *C*), Затѣмъ онѣ удлиняются и становятся эллипсоидальными. Позже онѣ обнаруживаютъ небольшую бисквитообразную перетяжку (*A*) на своей срединѣ, послѣ чего въ этомъ мѣстѣ замѣчается нѣжная перегородка. Дочернія клѣточки вскорѣ округляются и отодвигаются одна отъ другой, вслѣдствіе разбуханія раздѣляющей ихъ стѣнки и послѣдующаго образованія слоя утолщенія. По мѣрѣ образованія внутри новыхъ студенистыхъ слоевъ, болѣе старые растягиваются и, наконецъ, разрываются и сбрасываются [9]). Такимъ образомъ большое число поколѣній представляется соединеннымъ посредствомъ студенистыхъ покрововъ въ общую фамилію клѣточекъ. Вслѣдствіе разрыванія внѣшнихъ покрововъ, распадаются фамиліи. Рѣже попадаются клѣточки одиночныя, и въ такомъ случаѣ окруженныя большимъ числомъ студенистыхъ оболочекъ (фиг. 81, *A*). Въ подобномъ случаѣ не произошло дѣленія, но утолщеніе стѣнки продолжалось.

Такимъ образомъ мы нашли, что клѣточное содержимое Nostocaceae, Oscillariaceae и Chroococcaceae отличается отъ таковаго-же у всѣхъ прочихъ до сихъ поръ разсмотрѣнныхъ нами растеній. Въ то время какъ у этихъ послѣднихъ наблюдалось раздѣленіе протоплазмы на клѣточную плазму, клѣточное ядро и хроматофоры, здѣсь мы находимъ, что всѣ эти элементы тѣла клѣточки еще соединены въ одно вещество [10]). Благодаря окраскѣ, которая всегда отличается отъ чисто зеленой окраски всѣхъ до сихъ поръ разсмотрѣнныхъ нами растеній, ихъ соединяютъ подъ общимъ именемъ Phycochromaceae или Cyanophyceae. Низкая степень организаціи этихъ растеній сказывается и въ отсутствіи у нихъ половаго размноженія. Но всѣмъ имъ свойственно неполовое размноженіе по одному способу (рядомъ съ которымъ нерѣдко существуютъ и другіе способы неполоваго размноженія), именно, посредствомъ вегетативнаго дѣленія на-двое, вслѣдствіе чего эти организмы назвали дробящимися водорослями, Schizophyceae [11]). Новѣйшія изслѣдованія показали [12]), что нитевидныя Schizophyceae могутъ распадаться на шаровидныя, покрытыя студенистыми оболочками клѣточки, т. е. на глеокапсовидныя, хроококкообразныя состоянія. Мы нашли подобное отношеніе и у зеленыхъ водорослей, и потому поставили вопросъ, можно-ли считать Protococcus

viridis самостоятельнымъ видомъ. Вопросъ этотъ, слѣдовательно, повторяется и относительно Chroococcaceae, которыя представляютъ, быть можетъ, только стадіи развитія нитевидныхъ дробящихся водорослей.

Примѣчаніе къ XX-му упражненію.

[1]) Срав. Pfitzer, in Hanstein's Bot. Abh. Bd. I, Heft. II, pag. 40 und Schenk's Handbuch d. Bot. Bd. II, pag. 410. Въ первомъ сочиненіи и литература.

[2]) Miliarakis, die Verkieselung, Würzburg, 1884.

[3]) Срав. по этому поводу именно Cienkowski, Bot. Ztg., 1876, Sp. 17 и Mél. biol. d. St.-Petersb., T. IX, p. 531.

[4]) Rees, Alcoholgährungspilze, 1870.

[5]) Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesell., 4 Aug. 1879, Sep.-Abdr., pag. 18.

[6]) Brefeld, Bot. Unters. über Hefepilze, der Schimmelpilze V Heft, 1883, pag 178.

[7]) Срав. Thuret et Bornet, Notes algologiques, II, pag. 102.

[8]) Engelmann, Bot. Ztg., 1879, Sp. 49.

[9]) Schmitz, Stzber. d. niederrh. Gesell., 6 Dec. 1880, Sep.-Abdr., pag. 7.

[10]) Schmitz, die Chromatophoren der Algen. pag. 9.

[11]) Срав. напр. Falkenberg in Schenk's Handbuch der Bot., Bd. II, pag. 304.

[12]) Zopf, Bot. Centralbl. Bd. X, pag. 32; zur Morphologie d. Spaltpfl. 1882.

XXI. Упражненіе.

Дробящіеся грибы. Употребленіе иммерсіонныхъ системъ.

Разсмотримъ теперь еще нѣсколько формъ изъ группы мельчайшихъ организмовъ, бактерій [1]), чтобы познакомиться съ существующими здѣсь форменными отношеніями. На первыхъ порахъ не станемъ заботиться о томъ, чтобы имѣть для изслѣдованія какой нибудь опредѣленный видъ, но предоставимъ это дѣло случаю. Варимъ нѣсколько зеленыхъ листьевъ, напр. листьевъ салата, и оставляемъ ихъ стоять открытыми при сравнительно высокой комнатной температурѣ. Въ другомъ сосудѣ обливаемъ небольшимъ количествомъ воды горошину, пред-

варительно убитую опусканіемъ въ горячую воду. Въ тоже время раскладываемъ на часовыхъ или предметныхъ стеклахъ варенные кружки моркови, кольраби и картофеля и помѣщаемъ ихъ частію въ темныхъ, умѣренно влажныхъ мѣстахъ, частію подъ стеклянными колпаками. — На декоктѣ изъ листьевъ можетъ развиться приблизительно черезъ два дня пленка, которую называютъ Kahmhaut. На кружкахъ различныхъ овощей замѣчаемъ появленіе маленькихъ, бѣловатыхъ, рѣже окрашенныхъ студенистыхъ массъ.—Если положимъ частицу такой студенистой массы въ каплю воды на предметномъ стеклѣ и изслѣдуемъ при возможно болѣе сильномъ увеличеніи, то найдемъ множество чрезвычайно мелкихъ, почти точкообразныхъ тѣлецъ, погруженныхъ въ студень. Эти тѣльца обнаруживаютъ четкообразное расположеніе; они попадаются также одиночно или парами, или-же соединенными въ большемъ количествѣ въ видѣ нитей. Мы имѣемъ дѣло съ заключенною въ студень коккообразною формою какой нибудь бактеріи. Если желаемъ обнаружить внѣшнюю границу студени, которая по своему лучепреломленію мало отличается отъ воды, то это легко можно сдѣлать при помощи китайской туши [2]). Тушь должна быть хорошаго сорта и ее надо тщательно растереть въ водѣ. Каплю туши помѣщаютъ на предметную пластинку, а изслѣдуемую студень на покровное стеклышко, которое затѣмъ накладывается на каплю туши. Этимъ способомъ избѣгаемъ проникновенія частичекъ туши между студенью и покровнымъ стеклышкомъ. Теперь граница студени рѣзко отдѣляется отъ жидкости, наполненной частичками туши, которая не оказываетъ на препаратъ никакого вреднаго вліянія. Такія погруженныя въ студень массы бактерій называютъ Zoogloea. Студень развивается изъ разбухающихъ оболочекъ бактерій. Эти оболочки состоятъ у вызывающихъ гніеніе бактерій, какъ предполагаютъ, изъ особаго бѣлковаго вещества — микопротеина, а у бактерій, не вызывающихъ гніенія, изъ целлюлеза.—Воспользуемся свойствомъ бактерій жадно поглощать извѣстныя анилиновыя и азо-красящія вещества, чтобы ихъ окрасить. Для этого требуется прибавить къ препарату лишь небольшое количество метиль-віолета, генціана-віолета, метиленблау, фуксина, бисмаркбрауна, или везувина. Гематоксилинъ окрашиваетъ одновременно и студень, а потому мы употребляемъ его, чтобы обнаружить эту послѣднюю. Сперва будемъ употреблять генціана-віолетъ, который окрашиваетъ бактеріи чрезвычайно быстро и интенсивно. Мы видимъ въ такомъ случаѣ бактеріи очень ясно и можемъ себѣ составить понятіе и о способѣ ихъ размноженія, которое происходитъ очевидно посредствомъ повторяющагося дѣленія на-двое. Сообразно съ такимъ размноженіемъ, бактеріи получили, въ противуположность почкующимся дрожжевымъ грибкамъ, названіе «дробящихся гри-

бовъ» (Spaltpilze).—Возможно также, что изслѣдуемая студень представитъ не форму кокковъ, но форму палочекъ (срав. фиг. 83, *A*, дальше въ текстѣ). Можно показать, что палочки состоятъ изъ короткихъ члениковъ, которые обнаруживаются особенно ясно, если къ препарату прибавить какого нибудь іоднаго раствора. Теперь членики представляются гораздо болѣе короткими, чѣмъ въ свѣжемъ состояніи, и замѣчаются и такія перегородки, которыхъ раньше нельзя было разсмотрѣть.

Нѣкоторыя бактеріи отличаются тѣмъ, что на стадіи, предшествующей развитію споръ, образуютъ внутри себя крахмалообразное вещество и отъ прибавленія раствора іода окрашиваются въ такомъ случаѣ въ синій или фіолетовый цвѣтъ или на всемъ своемъ протяженіи, или же за исключеніемъ нѣкоторыхъ поперечныхъ участковъ.

Пленка (Kahmhaut), образовавшаяся на декоктѣ изъ листьевъ (срав. дальше въ текстѣ фиг. 84, *A*), тоже представляетъ форму Zoogloea. Именно, и въ пленкѣ ряды клѣточекъ связаны студенью въ поверхностно развитую кожицу. Она представляется пронизанною тонкими, волнисто изогнутыми, мѣстами параллельными нитями. Ихъ составъ изъ кокковъ или палочекъ становится особенно явственнымъ опять таки послѣ прибавленія раствора іода. Матеріалъ, взятый изъ подобной культуры, даетъ часто и подвижныя стадіи развитія. Почти навѣрное можно разсчитывать получить такія стадіи въ настоѣ гороха. Мы видимъ въ подобномъ случаѣ эти бактеріи какъ бы танцующими, онѣ движутся то впередъ, то назадъ, поспѣшая въ различныхъ направленіяхъ. Во многихъ случаяхъ удалось убѣдиться, что движеніе происходитъ при помощи тонкихъ рѣсницъ (фиг. 84, *B*), въ другихъ же случаяхъ ихъ не удалось открыть.

Если производится изслѣдованіе пленки такихъ лиственныхъ декоктовъ, которые уже стояли нѣкоторое время, то можно найдти палочки и нити, образующія споры (фиг. 84, *C*). Въ такомъ случаѣ содержимое палочекъ сосредоточивается въ одномъ или нѣсколькихъ мѣстахъ и образуетъ кругловатыя или эллипсоидальныя, сильно преломляющія свѣтъ образованія, которыя представляются въ видѣ болѣе темныхъ тѣлъ и представляютъ собою покоющіяся споры. Въ матеріалѣ изъ другихъ культуръ мы стольже часто будемъ находить палочки, которыя образуютъ только на одномъ своемъ концѣ по одной спорѣ и потому получаютъ видъ булавки или головастика. Такая форма свойствена напр. весьма распространеннымъ бактеріямъ масляннаго броженія (Clostridium butyricum).

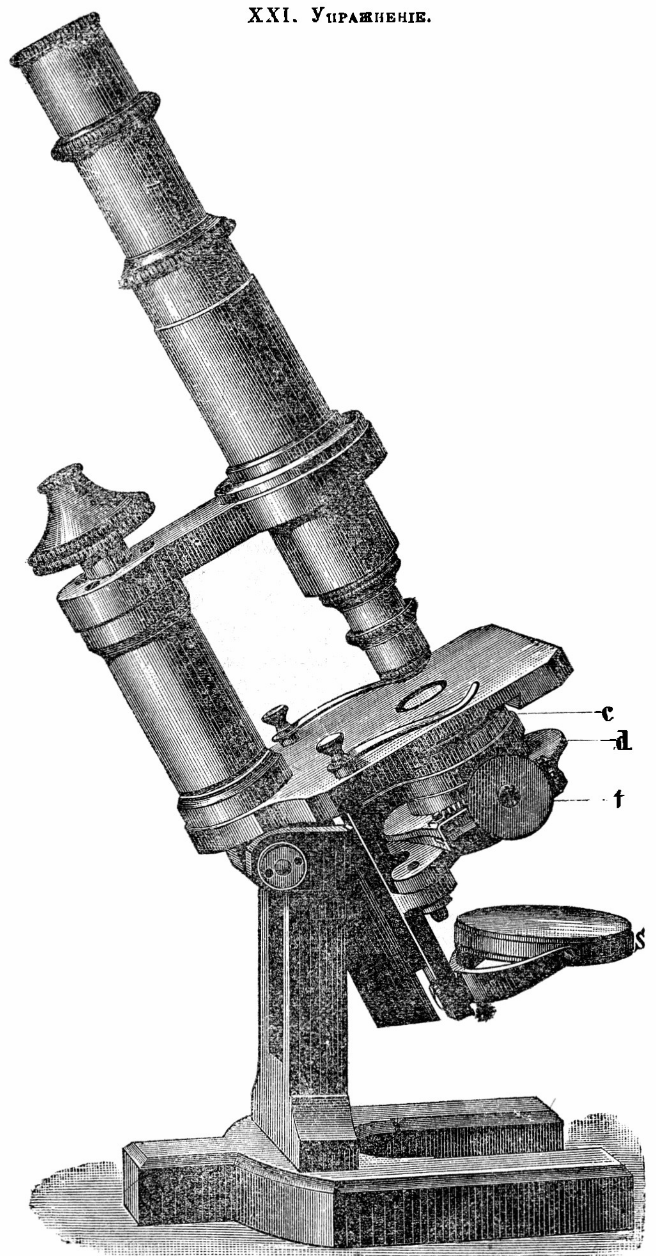
Такъ какъ бактеріи представляются наиболѣе мелкими изъ всѣхъ извѣстныхъ организмовъ, то для тщательнаго ихъ изслѣдованія требуются самые сильные и самые лучшіе объективы

и возможно благопріятное освѣщеніе. Особенно хороши для этой цѣли объективы для гомогенной иммерсіи, между тѣмъ какъ наилучшее освѣщеніе получается при помощи освѣтительнаго прибора Аббе. Однако, въ значительномъ большинствѣ случаевъ, можно довольствоваться объективами для водной иммерсіи. Объективы для водной иммерсіи, равно какъ и для гомогенной, можно примѣнить къ штативу, который мы употребляли до сихъ поръ; но нельзя этого сдѣлать съ освѣтительнымъ приборомъ Аббе. Этотъ послѣдній требуетъ, какъ уже было сказано во введеніи (стр. 5), одного изъ большихъ штативовъ.

Наблюдатель, работающій съ объективомъ для водной иммерсіи, долженъ пріобрѣсть покровныя стеклышки опредѣленной, указанной оптикомъ толщины (срав. стр. 4). Въ настоящее время — и объ этомъ было упомянуто на стр. 4 — изготовляютъ однако, болѣе простые освѣтительные приборы, для среднихъ и даже для малыхъ штативовъ.

Если объективъ снабженъ коррекціонною оправою, то вращеніемъ коррекціонной оправы, придѣланной къ верхней части объектива, устанавливаютъ его относительно толщины покровнаго стеклышка, если эта толщина не превосходитъ возможныхъ границъ. Въ объективахъ Цейсса помѣчена разница въ установкѣ для каждой 0,01 *mm.*; подобное-же находимъ и въ соотвѣтственныхъ объективахъ другихъ оптиковъ. При употребленіи объектива, на его переднюю линзу помѣщаютъ маленькую каплю дестиллированной воды. Необходимо наблюдать, чтобы капля эта не высыхала во время наблюденія; но, находясь между покровнымъ стеклышкомъ и объективомъ, она впрочемъ на столько защищена отъ испаренія, что сохраняется большею частію въ теченіи нѣсколькихъ часовъ. При передвиженіи предметной пластинки, должно обращать вниманіе, чтобы иммерсіонная капля не попала на край покровнаго стеклышка и не смѣшалась-бы съ жидкостію, въ которой производится изслѣдованіе. Если-бы это все таки случилось, то объективъ должно немедленно почистить, а жидкость, находящуюся на покровномъ стеклышкѣ, необходимо удалить. Если дѣлается установка иммерсіоннаго объектива относительно предмета, покрытаго уже покровнымъ стеклышкомъ, толщина котораго намъ неизвѣстна, то коррекція производится во время самой установки. Коррекція произведена, когда изображеніе получаетъ наибольшую ясность.

Объективы для гомогенной иммерсіи не имѣютъ коррекціонной оправы и толщина покровныхъ стеклышекъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, для нихъ безразлична. Здѣсь на переднюю линзу объектива помѣщаютъ каплю иммерсіонной жидкости, отпускаемой оптикомъ (масло кедроваго дерева или смѣсь укроп-



Фиг. 82. Штативъ Va Цейсса въ $^2/_3$ натур. величины, отклоняющійся, но безъ вращенія верхней его части; съ освѣтительнымъ приборомъ Аббе, *c* — конденсоръ, *d* — помѣщеніе для діафрагмъ, *t* — головка зубчатаго колеса, *s* — двойное зеркало.

наго и рицинпаго масла, или-же іодъ-цинкъ-глицеринъ. Должно брать возможно малую каплю этой жидкости, такъ какъ она не испаряется и, слѣдовательно, во время наблюденія не нужно ее подбавлять. Какъ при водной иммерсіи, такъ и здѣсь необходимо наблюдать, чтобы капля иммерсіонной жидкости не попадала при передвиженіи предметной пластинки на край покровнаго стеклышка. Для вытиранія объектива должно употреблять очень чистую, много разъ мытую полотняную тряпочку. Для чистки покровныхъ стеклышекъ лучше всего употреблять тряпочку, смоченную хлороформомъ. — Такъ какъ объективы для гомогенной иммерсіи очень хорошо переносятъ перемѣну окуляровъ, то слѣдуетъ пріобрѣсть себѣ полную серію этихъ послѣднихъ.

Если наблюдатель имѣетъ въ своемъ распоряженіи одинъ изъ большихъ штативовъ, напр. Va Цейсса (фиг. 82) и освѣтительный приборъ Аббе, въ такомъ случаѣ пусть онъ принимается за него сразу. Чтобы прикрѣпить освѣтительный приборъ Аббе, отгибаютъ верхнюю часть этого микроскопа (еще сильнѣе, чѣмъ на фиг. 82), удаляютъ обыкновенное освѣтительное зеркало и въ туже кулису вдвигаютъ на его мѣсто освѣтительный приборъ, состоящій изъ конденсора (*c*), помѣщенія для діафрагмъ (*d*) и двойнаго зеркала (*s*). Аппаратъ вдвигаютъ столько, чтобы верхняя поверхность конденсора приходилась только немного ниже верхней поверхности предметнаго столика (какъ это видно на фигурѣ). Затѣмъ аппаратъ укрѣпляютъ въ кулисѣ посредствомъ винтика, который находится надъ зеркаломъ. Изъ двухъ зеркалъ аппарата употребляютъ вообще плоское. Вогнутое зеркало употребляютъ здѣсь только съ очень слабыми объективами, если плоское зеркало не освѣщаетъ равномѣрно всего поля зрѣнія. За исключеніемъ одного спеціальнаго случая при изслѣдованіи бактерій, о которомъ сейчасъ будетъ рѣчь, освѣтительный приборъ Аббе всегда употребляютъ съ діафрагмою. Самое узкое отверстіе, при которомъ еще достаточно свѣтло, есть во всѣхъ случаяхъ наилучшее. Для употребленія прилагаемыхъ къ инструменту черныхъ діафрагматическихъ кружковъ, повертываютъ помѣщеніе для діафрагмъ (*d*), находящееся подъ конденсоромъ, вправо, выдвигая его изъ подъ столика, вкладываютъ въ него діафрагматическій кружокъ и приводятъ его затѣмъ въ его прежнее положеніе. Головка зубчатаго колеса (*t*) при помѣщенія для діафрагмъ служитъ для того, чтобы выводить діафрагмы изъ ихъ центральнаго положенія, послѣ чего ихъ можно поворачивать вокругъ оси микроскопа, такъ какъ пріемникъ для діафрагмъ вращается и въ своей оправѣ. Такимъ образомъ получаются косвенныя освѣщенія, къ которымъ, однако, прибѣгаютъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ.

Употребленіе освѣтительнаго прибора Аббе такъ удобно и онъ представляетъ такія преимущества, что его нельзя не ре-

комендовать всячески, особенно для болѣе трудныхъ изслѣдованій. Впрочемъ, имѣющему штативъ съ такимъ аппаратомъ, слѣдовало-бы употреблять его постоянно. Освѣтительный приборъ Аббе можетъ быть съ пользою употребляемъ также и при болѣе слабыхъ объективахъ и, посредствомъ перемѣны діафрагмъ и передвиженія ихъ, допускаетъ всевозможныя ослабленія и измѣненія освѣщенія.

Р. Винкель изготовляетъ освѣтительный приборъ Аббе съ видоизмѣненнымъ механическимъ устройствомъ [3]), которое дозволяетъ вдвигать систему освѣтительныхъ линзъ и помѣщеніе для діафрагмъ съ боку, равно какъ и допускаетъ перемѣщеніе всего аппарата въ вертикальномъ направленіи. Болѣе простые освѣтительные приборы изготовляютъ Клённе и Мёллеръ (Klönne und Möller), Зейбертъ, Р. Винкель, К. Рейхертъ и другіе оптики.

Чтобы работать съ сильными объективами въ пасмурную погоду и вообще, чтобы имѣть возможность микроскопировать по вечерамъ, съ пользою употребляютъ лампу съ большою горѣлкою, помѣщая между этой послѣдней и микроскопомъ возможно большей величины стеклянный шаръ, наполненный очень жидкимъ растворомъ амміачной окиси мѣди. Вечернее микроскопированіе не особенно утомляетъ глаза, если только позаботиться, чтобы комната была освѣщена столь-же ярко, какъ и поле зрѣнія микроскопа.

Въ новѣйшее кремя пробовали примѣнять въ качествѣ источника свѣта маленькія электрическія лампочки съ калильнымъ свѣтомъ. Онѣ нуждаются въ токѣ, соотвѣтствующемъ приблизительно тремъ бунзеновскимъ элементамъ въ 20 *cm.* вышины. Лучше и проще всего поставить надлежащимъ образомъ электрическую лампочку передъ микроскопомъ и помѣстить между нею и зеркаломъ микроскопа стеклянный шаръ (Schusterkugel), наполненный сильно разбавленнымъ растворомъ мѣдно-амміачной соли. Относительное богатство лучами съ короткими волнами, свойственное электрическому калильному свѣту, хотя и не въ такой степени, какъ свѣту дуги, дѣлаетъ этотъ свѣтъ весьма пригоднымъ для изученія мельчайшихъ подробностей строенія. Достаточно имѣть такую калильную лампочку (величина № 5), какія изготовляетъ напр. электрическій институтъ Р. Бленсдорфа (R. Blänsdorf) во Франкфуртѣ на М., Kaiserstrasse 30, по 4,50 м. (Кромѣ того, подставка къ лампочкѣ стоитъ 3 м.).

Какъ уже было упомянуто, для окрашиванія бактерій употребляютъ преимущественно метильвіолетъ, генціанавіолетъ, метиленбляу, фуксинъ, бисмаркбраунъ и везувинъ. Лучше всего употреблять красящія вещества въ видѣ водныхъ растворовъ, которые должны быть свѣжеприготовленными или, по крайней мѣрѣ, свѣжепрофильтрованными. Съ этою цѣлью держатъ въ

запасѣ насыщенные алкогольные растворы этихъ красящихъ веществъ и прибавляютъ ихъ по каплямъ къ бо̀льшему количеству дестиллированной воды. Только бисмаркбраунъ и везувинъ должно сохранять въ видѣ воднаго раствора, такъ какъ они измѣняются въ алкоголѣ; но за то ихъ необходимо передъ употребленіемъ всякій разъ фильтровать. Находящіяся въ жидкой средѣ бактеріи распредѣляютъ въ видѣ тонкаго слоя на поверхности покровнаго стеклышка и высушиваютъ ихъ при комнатной температурѣ. Если жидкость содержитъ бѣлковыя вещества или слизь, то ихъ нужно еще, послѣ окончательнаго высушиванія препарата, фиксировать, что достигается погруженіемъ покровнаго стеклышка на нѣсколько дней въ абсолютный алкоголь, или, еще проще, посредствомъ высокой температуры. Для этой послѣдней цѣли покровное стеклышко проводятъ довольно быстро нѣсколько разъ надъ пламенемъ газовой горѣлки или спиртовой лампы, причемъ поверхность, покрытая бактеріями, должна быть обращена кверху. Окрашиваніе производятъ такъ, что на предварительно приготовленномъ по указанному способу покровномъ стеклышкѣ, которое во всякомъ случаѣ должно быть сухимъ, распредѣляютъ каплю красящаго вещества и даютъ ему дѣйствовать на объектъ въ теченіи 5 или 10 минутъ. Или-же окрашиваніе производятъ въ чашкѣ, содержащей достаточное количество краски, на которой покровное стеклышко пускаютъ плавать въ теченіи 10—30 минутъ. Нагрѣваніе жидкости до 30—60° С. ускоряетъ эту операцію. Когда окрашиваніе произведено, покровное стеклышко обмываютъ дестиллированною водою, высушиваютъ его при комнатной температурѣ и наносятъ на него каплю терпентиннаго масла, ксилола или масла кедроваго дерева, и производятъ въ немъ изслѣдованіе. Если препаратъ желаютъ сохранить, то масло удаляютъ пропускною бумагою и заклеиваютъ его въ дамарлакѣ или канадскомъ бальзамѣ, которые должны быть растворены въ терпентинѣ, но не въ хлороформѣ. — Если препаратъ впослѣдствіи имѣетъ быть изслѣдованъ посредствомъ гомогенной иммерсіи, въ такомъ случаѣ нужно обращать вниманіе, чтобы дамарлакъ или канадскій бальзамъ не выступали на покровное стеклышко, такъ какъ они растворимы въ иммерсіонныхъ маслахъ и покровное стеклышко поэтому загрязнится. Въ случаѣ если это уже произошло, то поправить дѣло можно такимъ образомъ, что край покровнаго стеклышка, когда дамарлакъ или канадскій бальзамъ уже совершенно высохли, покрываютъ рамкою маскенлака (Maskenlack) или Gold-Size. Для этой цѣли употребляютъ тонкую кисточку и стараются, чтобы маскенлакъ не захватывалъ края покровнаго стеклышка больше, чѣмъ это необходимо.

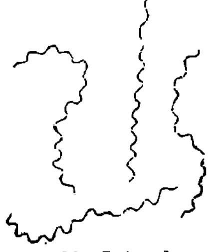
Впрочемъ, въ качествѣ иммерсіонной жидкисти можно также употреблять концентрированный растворъ чистаго, сухаго іодис-

таго цинка въ чистомъ глицеринѣ, который, послѣ фильтрованія, если нужно, выпариваютъ еще на водяной банѣ до показателя лучепреломленія 1,518 (для линіи *D* спектра). Жидкость эта не дѣйствуетъ на смоляную заклейку и, кромѣ того, представляетъ еще то преимущество, что легко смывается водою съ покровнаго стеклышка [4]). Препараты, окрашенные бисмаркбрауномъ или везувиномъ, сохраняютъ свою окраску и въ глицеринѣ, и потому могутъ быть въ немъ сохраняемы. Въ подобномъ случаѣ мы заклеиваемъ край покровнаго стеклышка канадскимъ бальзамомъ, растворенньмъ въ хлороформѣ. Черезъ нѣсколько дней или недѣль, смотря потому, какъ намъ удобнѣе, наносимъ поверхъ канадскаго бальзама еще слой маскенъ-лака или Gold-Size; не ради предохраненія отъ дѣйствія иммерсіонныхъ маслъ, но потому, что подобную заклейку можно вообще рекомендовать, какъ весьма прочную.

Если для изслѣдованія у насъ имѣется болѣе крупная форма бактерій, то можно, при помощи самыхъ сильныхъ объективовъ и наиболѣе удачныхъ окрасокъ, оріентироваться и относительно содержимаго клѣточекъ. Оно представляется въ видѣ гомогенной плазмы, въ которой заключены болѣе мелкія или болѣе крупныя зернышки, состоящія вѣроятно изъ жира.— Клѣточныхъ ядеръ нельзя открыть даже въ самыхъ крупныхъ формахъ.—Окрашеннымъ живое тѣло бактерій является только въ рѣдкихъ случаяхъ.

Воспользуемся пріобрѣтенною опытностію, чтобы отыскать одинъ въ высшей степени мелкій коккообразный видъ, именно Micrococcus Vaccinae Cohn, шаровидныя бактеріи оспенной лимфы [5]). Если положимъ немного свѣжей оспенной лимфы на покровное стеклышко, дадимъ ей засохнуть и окрасимъ затѣмъ генціанавіолетомъ, то можно будетъ различить мелкіе, круглые, темно-окрашенные, даже и при сильномъ увеличеніи точкообразные кокки. Свѣжая лимфа, которая помѣщена подъ покровнымъ стеклышкомъ и защищена отъ испаренія, оставленная на нѣсколько часовъ въ высокой комнатной температурѣ, или еще лучше, въ нагрѣвательномъ шкафикѣ, при температурѣ въ 36° С., обнаруживаетъ короткія или болѣе длинныя четкообразныя нити, или-же, по прошествіи болѣе продолжительнаго времени, цѣлыя скопленія кокковъ. Такія скопленія можно сразу видѣть въ лимфѣ, которая сохранялась въ капиллярныхъ стеклянныхъ трубочкахъ и въ которыхъ они замѣчаются въ видѣ мелкихъ хлопьевъ даже невооруженнымъ глазомъ. Это тѣ самые кокки, которые вводятся прививкою въ тѣло человѣка, здѣсь размножаются, вызываютъ такъ называемую коровью оспу и, по неизвѣстнымъ причинамъ, дѣлаютъ тѣло невоспріимчивымъ (immun) къ людской оспѣ.

Если у насъ имѣются гніющія въ водѣ водоросли, лучше всего спирогиры и вошеріи, то изслѣдуемъ эту жидкость и весьма вѣроятно, что найдемъ въ ней подвижныя, чрезвычайно тонкія спирали (фиг. 83). Эти штопорообразно закрученныя, сгибающіяся нити быстро плаваютъ въ водѣ. Онѣ вращаются вокругъ своей оси и, въ тоже время, изгибаются то въ одну, то въ другую сторону. Нѣкоторыя вдругъ останавливаются, а затѣмъ поспѣшаютъ дальше. Найденныя при подобныхъ обстоятельствахъ спирали принадлежатъ, по всей вѣроятности, къ Spirochaete plicatilis, къ болотной спирохетѣ. Если засушить эти спирохеты и затѣмъ окрасить ихъ, то видно, что онѣ не одноклѣтны, но состоятъ изъ ряда члениковъ, которые, смотря по обстоятельствамъ, могутъ быть длиннѣе или короче.



Фиг. 83. Spirochaete plicatilis, частію по анилиновымъ препаратамъ; обнаруживаетъ членистость. Увел. 540.

На тѣхъ-же гніющихъ водоросляхъ или вообще на частяхъ гніющихъ водныхъ растеній, или-же на другихъ соотвѣтственныхъ субстратахъ часто попадаются приросшія тонкія нити Beggiatoa alba (Vauch.) [6]). Эти бактеріи особенно распространены въ водѣ, содержащей отбросы фабрикъ и въ сѣрныхъ источникахъ. Въ такихъ мѣстахъ онѣ нерѣдко покрываютъ дно въ видѣ грязно-бѣлаго покрова. Онѣ принадлежатъ къ наиболѣе крупнымъ бактеріямъ и могутъ быть различаемы даже при сравнительно слабыхъ увеличеніяхъ. Нити имѣютъ измѣнчивую толщину (отъ 0,001—0,005 *mm.*). Онѣ приросшія или свободныя, но свободныя представляютъ собою только части приросшихъ. Раздѣленіе нитей на членики болѣе или менѣе явственное; содержимое клѣточекъ большею частію отличается присутствіемъ значительнаго числа сильно преломляющихъ свѣтъ зернышекъ. Если высушить препаратъ и подѣйствовать на него сѣрнистымъ углеродомъ, то зернышки растворяются; они состоятъ изъ сѣры. Въ очень богатыхъ содержаніемъ сѣры нитяхъ членистость весьма неявственна и обнаруживается только послѣ окрашиванія анилиновою краскою или послѣ нагрѣванія въ глицеринѣ или въ сѣрнокисломъ натрѣ. Глицеринъ растворяетъ зернышки отчасти, сѣрнокислый натръ растворяетъ ихъ вполнѣ. Повторяющимся въ поперечномъ направленіи дѣленіемъ нити могутъ распасться на кокки и было наблюдаемо, что въ болѣе толстыхъ нитяхъ за поперечными дѣленіями могутъ слѣдовать и продольныя дѣленія, т. е. дѣленіе клѣточекъ на квадранты. У Beggiatoa были также наблюдаемы и подвижныя стадіи развитія, въ видѣ кокковъ, палочекъ и спиралей. Прикрѣпленныя нити въ верхнихъ своихъ частяхъ могутъ быть спирально закручены. Какъ пря-

мые, такъ и спиральные фрагменты нитей могутъ изгибаться и ползать. — Beggiatoa разлагаютъ сѣрныя соединенія обитаемыхъ ими водъ и обусловливаютъ тѣмъ самымъ болѣе или менѣе значительное выдѣленіе сѣроводорода.

Разсмотримъ еще одинъ объектъ, являющійся въ видѣ кокковъ, палочекъ и спиралей и встрѣчающійся также и въ формѣ нитей. Для этой цѣли послужитъ намъ бѣлое отложеніе на зубахъ. Если разсмотрѣть это отложеніе при возможно сильномъ увеличеніи, положивъ небольшое количество его въ воду, то замѣтимъ длинныя, свиду нечленистыя нити, палочки различной длины, винтообразныя спирохеты и мелкіе, скученные кокки. Въ новѣйшее время было однако доказано,[7]) что всѣ эти формы представляютъ стадіи развитія одного и того-же дробящагося грибка — Leptothrix buccalis Robin. Онъ живетъ въ качествѣ сапрофита на слизистой оболочкѣ и въ отложеніи на зубахъ, но, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, можетъ сдѣлаться и паразитомъ, проникаетъ въ ткань зубовъ и производитъ ихъ каріозность. — Если препараты обработать растворомъ іода, то нити оказываются состоящими изъ болѣе или менѣе короткихъ палочекъ. Скученные кокки явственно обнаруживаютъ отдѣльные элементы. Кокки эти встрѣчаются постоянно, хотя и сомнительно, всегда-ли они относятся къ Leptothrix.

Изслѣдованія послѣдняго времени вообще показали, что роды и виды [8]) Micrococcus, Bacterium, Bacillus, Vibrio, Spirillum, Spirochaete и т. д., которые были прежде различаемы на основаніи ихъ внѣшней формы, могутъ принадлежать къ циклу развитія одного и того же вида [9]). Поэтому, эти названія употребляютъ теперь только для обозначенія данной фазы развитія и называютъ кокками—шаровидныя или эллипсоидальныя образованія; палочками, нитями и спиралями — имѣющихъ соотвѣтственную форму. Короткія палочки отличаютъ подъ именемъ бактерій отъ длинныхъ палочекъ, называемыхъ бациллами; простыя нити, подъ именемъ Leptothrix, отъ вѣтвистыхъ — Cladothrix; спиральныя, съ сравнительно значительнымъ діаметромъ спиральныхъ оборотовъ и большею толщиною нитей называются спириллами или, если онѣ содержатъ зернышки сѣры, офидомонадами; спиральныя формы съ вытянутыми оборотами—вибріонами; спиральныя формы очень тонкія, незначительнаго діаметра и съ оборотами небольшой высоты—спирохетами; лентовидныя, заостренныя формы — спиромонадами; изгибающіяся спиральныя формы, которыхъ оба конца завертываются, спирулинами [10]).

Мы уже видѣли при разсматриваніи дробящихся водорослей, что и эти послѣднія отличаются подобнымъ же богатствомъ формъ на различныхъ фазахъ своего развитія, и срав-

неніе бактерій съ этими дробящимися водорослями приводитъ насъ къ заключенію о близкомъ сходствѣ тѣхъ и другихъ организмовъ. Мы видѣли и у водорослей форму кокковъ, палочекъ, нитей и спиралей. Явленія движенія мы у нихъ тоже наблюдали, да и по выносливости относительно высокихъ температуръ дробящіяся водоросли приближаются къ дробящимся грибамъ. Первыя растенія, появляющіяся въ горячихъ источникахъ — дробящіяся водоросли; правда, онѣ переносятъ не столь высокія температуры, какъ напр. споры бактерій сѣна, способность прорастанія которыхъ отъ непродолжительнаго кипяченія повидимому еще даже усиливается. И въ отношеніи строенія тѣла дробящіяся водоросли сходны съ дробящимися грибами, потому что обѣ группы не имѣютъ клѣточныхъ ядеръ и опредѣленной формы хроматофоровъ. Къ этому должно еще прибавить способъ вегетативнаго размноженія, по которому обѣимъ группамъ дано ихъ названіе. Все это заставляетъ насъ считать дробящіеся грибы за такія дробящіяся водоросли, которыя безцвѣтны или вообще лишены красящаго вещества, дающаго возможность ассимилировать углеродъ и которыя, вмѣстѣ съ другими дробящимися водорослями, составляютъ классъ дробящихся растеній, Schizophyta.

Найденный въ мокротѣ чахоточныхъ и признанный въ новѣйшее время за причину [11]) туберкулёза, Bacillus tuberculosis всегда неподвиженъ, очень малъ, на обоихъ концахъ пріостряется, иногда содержитъ 4 до 6 зернышекъ, которыя считаютъ спорами. Этотъ Bacillus отличается при окраскѣ особеннымъ свойствомъ, которое даетъ возможность отличать его отъ другихъ Bacillus'овъ. На покровномъ стеклышкѣ распредѣляютъ изслѣдуемое вещество въ видѣ возможно болѣе тонкаго слоя и даютъ ему высохнуть при комнатной температурѣ. Затѣмъ фиксируютъ имѣющееся въ препаратѣ бѣлковое вещество, проводя покровное стеклышко, обращенное препаратомъ кверху, три или четыре раза надъ пламенемъ спиртовой лампы или газовой горѣлки. Послѣ этого насыщаютъ фениламиномъ или анилиномъ (его называютъ также анилиновымъ масломъ) нѣкоторое количество воды, взбалтывая послѣднюю съ избыткомъ этого вещества. Жидкость профильтровываютъ черезъ смоченную предварительно бумагу и прибавляютъ къ 100 cc. этой жидкости, по каплямъ, 11 cc. насыщеннаго раствора фуксина или метиль-віолета и 10 cc. абсолютнаго алкоголя. Въ такомъ видѣ растворъ краски сохраняется въ хорошо закупоренной склянкѣ не менѣе 10 дней, и передъ употребленіемъ нѣтъ надобности фильтровать его каждый разъ. Покровное стеклышко оставляютъ плавать на этой жидкости въ теченіи полудня. Окрашиваніе происходитъ быстрѣе, если растворъ нагрѣть до образованія пузырьковъ. Въ подобномъ случаѣ окрашиваніе должно продолжаться только 10 минутъ.

Послѣ этого покровное стеклышко кладутъ не болѣе какъ на полъ минуты въ растворъ 1 части азотной кислоты въ 3 или 4 частяхъ дестиллированной воды и затѣмъ на нѣсколько минутъ въ 60% алкоголь. Такимъ образомъ весь препаратъ обезцвѣчивается, за исключеніемъ туберкулезныхъ бациллъ, если таковые въ немъ имѣются. Послѣ этого препаратъ подвергаютъ изслѣдованію въ водѣ, или-же обмываютъ его водою, высушиваютъ и заклеиваютъ потомъ въ канадскомъ бальзамѣ. Матеріалъ для разрѣзовъ долженъ предварительно хорошо затвердѣть въ алкоголѣ или же, если затвердѣваніе произведено какъ нибудь иначе, то долженъ пролежать достаточно долго въ алкоголѣ. Затѣмъ разрѣзы окрашиваютъ описаннымъ только что способомъ. Они должны оставаться въ красящей жидкости не менѣе 12 часовъ. Послѣ пребыванія въ 60% алкоголѣ, ихъ помѣщаютъ на нѣсколько минутъ въ разбавленный водный растворъ везувина или метиленбляу. Затѣмъ ихъ еще разъ промываютъ въ 60% алкоголѣ, обезвоживаютъ въ абсолютномъ алкоголѣ и помѣщаютъ въ кедровое масло, которое не извлекаетъ анилиновыхъ красокъ и въ которомъ производится изслѣдованіе препаратовъ. Чтобы сохранить препараты, ихъ заклеиваютъ послѣ этого въ канадскомъ бальзамѣ, разжиженномъ посредствомъ терпентиннаго масла [12]). Окрашенные такимъ образомъ бациллы туберкулеза могутъ быть различаемы уже при увеличеніи въ 300 разъ. Bacillus tuberculosis окрашивается весьма интенсивно по слѣдующему способу: въ 100 g. воднаго 5% раствора карболовой кислоты растворяютъ 1 g. фуксина, затѣмъ прибавляютъ 10 g. алкоголя и фильтруютъ. Жидкость хорошо сохраняется. При употребленіи жидкости, ее слѣдуетъ нагрѣвать [13]).

Двойное окрашиваніе было примѣняемо и для другихъ бактерій, находимыхъ въ жидкостяхъ. По одному изъ этихъ методовъ [14]) жидкость распредѣляется и высушивается на покровномъ стеклышкѣ, фиксируется парами осміевой кислоты или 0,5% растворомъ хромовой кислоты. Затѣмъ препаратъ промываютъ дестиллированною водою и окрашиваютъ обыкновенно въ теченіи $^1/_2$—1 часа 0,001% растворомъ зеленаго анилина (Anilingrün). Послѣ этого препаратъ снова промываютъ въ теченіи 24—40 минутъ слабо подкисленною водою, чтобы обезцвѣтить элементы ткани. Послѣ вторичнаго промыванія въ дестиллированной водѣ, на препаратъ дѣйствуютъ нѣсколько минутъ слабымъ растворомъ пикрокармина. Промываютъ еще разъ въ водѣ, обезвоживаютъ препаратъ абс. алкоголемъ или просто высушиваніемъ, просвѣтляютъ, если нужно, гвоздичнымъ масломъ и заклеиваютъ въ канадскомъ бальзамѣ.

Для изслѣдованія бактерій, находящихся внутри тканей, полезно сдѣлать послѣднія твердыми, помѣщая ихъ на одинъ или два дня въ абсолютный или покрайней мѣрѣ 90—95° алко-

голь. Для окрашиванія бактерій и въ этомъ случаѣ употребляютъ уже извѣстныя намъ красящія вещества. Въ препаратахъ, окрашенныхъ генціана- или метильвіолетомъ, ткани вполнѣ обезцвѣчиваются посредствомъ крѣпкаго алкоголя, содержащаго слѣды ѣдкаго кали, между тѣмъ какъ бактеріи сохраняютъ свою окраску. Подобный же эффектъ получается при погруженіи препаратовъ не больше какъ на полъ минуты въ пикриновую кислоту, причемъ ткань принимаетъ въ то-же время желтый цвѣтъ. Послѣ обезцвѣчиванія ткани посредствомъ алкоголя, ее снова окрашиваютъ посредствомъ іодной зелени (Iodgrün), метиловой зелени (Methylgrün) и другихъ, не впитываемыхъ бактеріями красящихъ веществъ [15]). — Хорошая двойная окраска достигается также посредствомъ генціанавіолета и пикрокармина [16]). — Но наилучшіе результаты при окрашиваніи бактерій, находящихся внутри тканей, даетъ въ большинствѣ случаевъ растворъ генціанавіолета въ анилиновой водѣ и растворъ іода въ іодистомъ кали [17]). Анилиновую воду приготовляютъ по способу, указанному на стр. 214 и растворяютъ въ ней сухой генціанавіолетъ до насыщенія или прибавляютъ къ ней насыщеннаго алкогольнаго раствора генціанавіолета (5 частей этого послѣдняго на 100 частей анилиновой воды). Передъ употребленіемъ всегда фильтруютъ. Растворъ можетъ сохраняться въ теченіи цѣлыхъ мѣсяцевъ. Разрѣзъ переносятъ на нѣсколько минутъ изъ абсолютнаго алкоголя въ растворъ краски, послѣ кладутъ ихъ на 1—3 минуты въ жидкій растворъ іода въ іодистомъ кали (1 часть іода, 2 части іодистаго кали на 300 частей воды), затѣмъ перекладываютъ въ абсолютный алкоголь. Здѣсь разрѣзы должны обезцвѣтиться. Ихъ просвѣтляютъ затѣмъ въ гвоздичномъ маслѣ и заклеиваютъ въ канадскомъ бальзамѣ, который растворенъ въ ксилолѣ. Теперь ткани представляются обезцвѣченными, а бактеріи окрашенными въ темносиній цвѣтъ. Нѣкоторыя бактеріи (напр бациллы тифа, въ нѣкоторыхъ случаяхъ и кокки пнеумоніи) обезцвѣчиваются при подобной обработкѣ и отличаются этимъ отъ большей части другихъ бациллъ. Весьма кратковременное пребываніе въ слабомъ растворѣ везувина, передъ перенесеніемъ въ гвоздичное масло, даетъ прекрасную двойную окраску, такъ какъ ткани окрашиваются въ такомъ случаѣ въ буроватый цвѣтъ. — Поучительныя окрашиванія получаютъ также при окрашиваніи шафраниномъ разрѣзовъ, затвердѣвшихъ въ алкоголѣ или хромовой кислотѣ [18]). Смѣшиваютъ равныя части концентрированнаго воднаго и концентрированнаго алкогольнаго раствора шафранина, помѣщаютъ разрѣзы на полчаса въ эту смѣсь, промываютъ ихъ затѣмъ немного водою и нѣсколько минутъ абсолютнымъ алкоголемъ, переносятъ въ терпентинное масло и заклеиваютъ въ канадскомъ бальзамѣ.

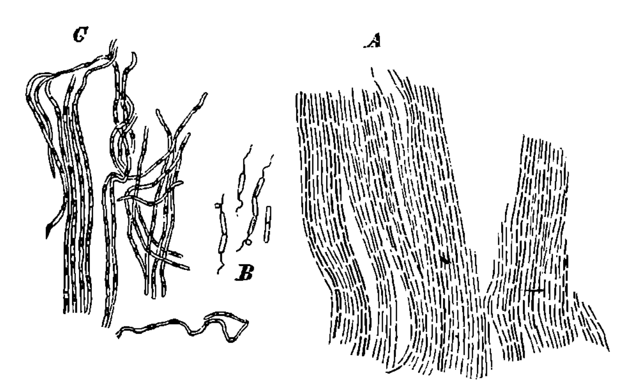
Для отыскиванія бактерій въ тканяхъ послѣ предвари-

тельнаго окрашиванія, съ большою пользою можно примѣнять освѣтительный приборъ Аббе и притомъ совершенно опредѣленнымъ образомъ [19]). Послѣ установки препарата совершенно удаляютъ діафрагму, такъ чтобы можно было пользоваться цѣлымъ заполняющимъ отверстіе объектива конусомъ освѣщенія. При этомъ исчезаютъ изображенія всѣхъ неокрашенныхъ частей, обнаруживающихся только вслѣдствіе различій въ лучепреломленіи, между тѣмъ какъ окрашенныя, поглощающія свѣтъ тѣла продолжаютъ быть видимыми. Это называется изолированіемъ окрашеннаго изображенія. Подобные-же эффекты получаются и посредствомъ меньшихъ освѣтительныхъ приборовъ.

Познакомившись такимъ образомъ съ различными формами развитія и различными методами изслѣдованія, разсмотримъ теперь и методъ культуръ, употребляемый при разведеніи бактерій; разведемъ себѣ опредѣленную форму бактерій и прослѣдимъ полную исторію ея развитія. Для этой цѣли нальемъ сухое сѣно [20]) возможно малымъ количествомъ воды и оставимъ настой на четыре часа въ нагрѣвательномъ шкафикѣ при постоянной температурѣ въ 36° C. Затѣмъ сольемъ экстрактъ, не фильтруя, и если-бы онъ былъ слишкомъ густъ, разбавимъ его, для большей точности, до удѣльнаго вѣса въ 1,004. Теперь вливаемъ жидкость въ колбу, вмѣщающую болѣе 500 *ccm.* Колбу затыкаютъ ватною пробкою и кипятятъ жидкость въ теченіи часа такъ, чтобы пары развивались слабо; послѣ чего оставляемъ ее стоять въ температурѣ въ 36° C. По прошествіи одного или полутора дня на поверхности жидкости образуется нѣжная сѣрая пленка, которая состоитъ изъ зооглеи Bacillus subtilis, сѣннаго грибка или сѣнной бактеріи. Мы воспользовались свойствомъ споръ этой бактеріи переносить въ теченіи довольно продолжительнаго времени даже температуру кипѣнія, чтобы получить чистую культуру. Бактеріи, какъ уже было упомянуто, отличаются своею способностію противустоять дѣйствію высокихъ температуръ, но сѣнная бактерія превосходитъ въ этомъ отношеніи всѣ прочія. — Теперь переносимъ на предметную пластинку немного полученной пленки съ соотвѣтственнымъ количествомъ жидкости и разсматриваемъ ее при самомъ сильномъ изъ имѣющихся въ нашемъ распоряженіи увеличеній. Мы находимъ, что пленка состоитъ изъ длинныхъ, членистыхъ, волнистыхъ, параллельно относительно другъ друга расположенныхъ нитей. Большею частію нити сохраняютъ свое положеніе, потому что ихъ сдерживаетъ незамѣтная студень (фиг. 84, *A*). Нити состоятъ изъ цилиндрическихъ палочекъ, имѣющихъ различную длину, но длина которыхъ обыкновенно въ два или три раза больше ширины. Вещество палочекъ представляется гомогеннымъ, весьма сильно преломляющимъ свѣтъ, безцвѣтнымъ. Другихъ чертъ строенія нельзя обнаружить даже съ самыми

сильными увеличеніями. Хлор-цинк-іодъ окрашиваетъ палочки во всей ихъ массѣ въ желтобурый цвѣтъ и дѣлаетъ ихъ весьма явственными. Изображенія лучше, чѣмъ получаемыя при помощи другихъ іодныхъ растворовъ. При этомъ членики нити представляются вообще болѣе короткими, нежели въ свѣжемъ состояніи, потому что теперь становятся замѣтными всѣ границы. Чтобы полоски обнаруживались рѣзче, можно ихъ окрасить по извѣстнымъ намъ методамъ фуксиномъ, метильвіолетомъ, генціанавіолетомъ или везувиномъ и сохранить въ канадскомъ бальзамѣ или въ дамарлакѣ. Для фиксированія и окрашиванія препаратовъ можно съ удобствомъ употребить и пикрино-нигрозинъ.

Если сдѣлаемъ установку отдѣльныхъ частей перенесенной пленки при увеличеніи приблизительно въ 1000 разъ, то дѣленіе палочекъ можно будетъ видѣть непосредственно [21]). Лучше



Фиг. 84. Bacillus subtilis. *A* пленка; *B* подвижныя палочки; *C* образованіе споръ. *A* увеличено въ 500, *C* въ 800 и *B* въ 1000 разъ.

всего срисовывать соотвѣтственные участки нити черезъ небольшіе промежутки времени и провѣрять происшедшія измѣненія по рисункамъ. Если жидкость содержитъ еще достаточное количество питательныхъ веществъ, то палочки дѣлятся черезъ каждые полъ или полтора часа. Чѣмъ выше температура комнаты, тѣмъ быстрѣе происходятъ дѣленія. Палочки выростаютъ въ длину, не дѣлаясь при этомъ тоньше; но когда онѣ достигли опредѣленной величины, въ ихъ срединѣ появляется темная перегородка. Такой способъ дѣленія объясняетъ расположеніе палочекъ и нитей; онъ объясняетъ также и волнистость нитей, которыя ростутъ во всѣхъ своихъ частяхъ интеркалярно и, встрѣчая препятствіе при своемъ удлиненіи, должны изгибаться. Вслѣдствіе этой причины и вся пленка обнаруживаетъ въ концѣ-концовъ замѣтныя и для невооруженнаго глаза складки.—Пере-

несемъ теперь небольшой кусочекъ пленки во влажную камеру, чтобы наблюдать ее въ висящей каплѣ. Воспользуемся при этомъ самой простой влажной камерой, именно — картонною рамкою. Изъ картона средней толщины вырѣзываютъ рамку, внутреннее отверстіе которой нѣсколько меньше величины покровнаго стеклышка, а внѣшнія очертанія не превосходили-бы ширины предметнаго стеклыша. Эту рамку кладутъ въ воду, чтобы она вполнѣ пропиталась, и затѣмъ помѣщаютъ на предметной пластинкѣ. Тогда на покровное стеклышко наносятъ плоскую каплю питательной жидкости, въ которой помѣщаютъ изслѣдуемый предметъ. Покровное стеклышко быстро переворачиваютъ и кладутъ на рамку, каплею въ низъ. Если наблюденіе продолжается долго, то на рамку отъ поры до времени пускаютъ каплю воды, чтобы она не высохла. Когда наблюденіе прерывается, препаратъ можно помѣстить въ бо̀льшую влажную камеру, чтобы предохранить его отъ испаренія. Если въ препаратѣ нужно опять отыскать какое нибудь мѣсто, если предметное стекло должно быть поэтому приведено снова въ прежнее положеніе, то лучше всего очертить его на предметномъ столикѣ посредствомъ остро очиненнаго карандаша. — Еще лучше какъ въ этомъ, такъ и въ другихъ подобныхъ случаяхъ начертить на предметномъ столикѣ посредствомъ остраго инструмента крестикъ, какъ по лѣвую, такъ и по правую сторону центральнаго отверстія. Когда затѣмъ предметная пластинка занимаетъ желательное положеніе, на ней дѣлаютъ такіе же крестики посредствомъ описаннаго раньше, хорошо заостреннаго цвѣтнаго карандаша. Въ такомъ случаѣ помѣченную такимъ образомъ предметную пластинку не трудно снова привесть въ желательное положеніе. Когда питательныя вещества капли истощились, тогда вегетативное дѣленіе на̀-двое пріостанавливается и начинается образованіе споръ. Въ подобномъ случаѣ, по прошествіи шести или восьми часовъ, въ нитяхъ появляются на довольно неравныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ сильно преломляющія свѣтъ споры (фиг. 84, *C*). Въ прочихъ своихъ частяхъ нити кажутся опорожненными, только безцвѣтныя оболочки соединяютъ споры. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ препарата навѣрное можно отыскать еще развивающіяся споры. Онѣ представляются въ видѣ скопленій сильнѣе преломляющаго свѣтъ вещества въ каждой палочкѣ, и именно по срединѣ ихъ. Скопленіе все увеличивается, между тѣмъ какъ палочка опорожняется и заканчивается развитіе споры. Если культуру оставить еще на нѣсколько часовъ, то оболочки палочекъ становятся неявственными, а по прошествіи одного дня, споры оказываются свободными, опустившимися на дно капли. Въ отличіе отъ палочекъ, споры вовсе не окрашиваются посредствомъ генціанавіолета, равно какъ и посредствомъ другихъ

красящихъ веществъ, которыя мы употребляли, за исключеніемъ только что указаннаго на стр. 215 карболо-фуксино-алкогольнаго раствора; послѣдній, будучи нагрѣтъ, окрашиваетъ споры весьма сильно. — Споры проростаютъ очень легко, если ихъ перенести въ свѣжую питательную жидкость; медленнѣе при комнатной температурѣ, скорѣе при температурѣ въ 36° С. Лучше всего поварить ихъ минутъ пять, а затѣмъ медленно охладить. Въ такомъ случаѣ проростаніе споръ можно наблюдать уже черезъ два или три часа [22]). Оболочка споры открывается съ одной стороны, ростокъ начинаетъ выступать съ этой стороны и постепенно удлиняется въ палочку. Задній конецъ палочки остается въ оболочкѣ споры. До перваго дѣленія палочки проходитъ около двѣнадцати часовъ. Препараты, сдѣланные въ этотъ промежутокъ времени, представляютъ всѣ стадіи проростанія. Въ большинствѣ случаевъ выросшія палочки начинаютъ двигаться, переходятъ въ подвижную стадію развитія. Такая подвижная палочка несетъ еще на своемъ концѣ оболочку споры. Число подвижныхъ формъ становится, вслѣдствіе повторяющагося дѣленія, все больше и онѣ наполняютъ передъ образованіемъ пленки всю каплю. Только теперь подвижныя формы собираются на поверхности жидкости, приходятъ здѣсь въ состояніе покоя и образуютъ пленку. Подвижныя формы имѣютъ различную длину и состоятъ изъ соотвѣтственно большаго числа члениковъ (фиг. 84, *B*). Движеніе ихъ — змѣевидно-пляшущее. Содержащую бродящія формы жидкость высушиваемъ и окрашиваемъ подвижныя формы по указанному на стр. 210 способу [23]). Подвижныя формы имѣютъ на каждомъ концѣ по одной рѣсницѣ, присутствіе которыхъ обнаруживается довольно трудно [24]).

Культура бактерій производится обыкновенно въ колбочкахъ, реактивныхъ цилиндрикахъ (эпруветахъ), или въ такъ называемыхъ Saftgläschen [25]). Нѣкоторыя культуры производятъ на предметныхъ пластинкахъ. Предметныя пластинки, сосуды и всѣ вообще употребляемыя принадлежности необходимо стерилизировать. Этого достигаютъ, быстро проводя ихъ чрезъ пламя спиртовой лампы или газовой горѣлки, или кладутъ ихъ передъ опытомъ въ абсолютный алкоголь, который быстро испаряется, когда они вынуты изъ него, или же обмываютъ ихъ 1% растворомъ сулемы, а затѣмъ алкоголемъ. — Предназначенные для культуръ питательные растворы кипятятъ въ сосудахъ, заткнутыхъ ватною пробкою. Вообще можно совѣтовать подвергать питательные растворы въ теченіи нѣсколькихъ дней сряду ежедневно непродолжительному кипяченію. Такимъ образомъ умерщвляются развившіяся въ промежуткахъ между кипяченіемъ бактеріи, которыя переносятъ высокія температуры гораздо хуже,

чѣмъ ихъ споры. Можно предполагать, что черезъ пять дней всѣ зародыши разрушены, но, для большей увѣренности, прежде чѣмъ приступить къ посѣву, даютъ жидкости постоять нѣсколько дней, и если она остается прозрачною, то ее можно считать и стерилизированною. Что кипяченіе въ теченіи одного часа не всегда бываетъ достаточно, это мы видѣли уже при культурѣ Bacillus subtilis.—Загрязненіе культуръ происходитъ большею частію не изъ воздуха, но вслѣдствіе недостаточной стерилизаціи сосудовъ. Зараженіе культуры гораздо легче происходитъ отъ неполной стерилизаціи сосудовъ, чѣмъ отъ кратковременнаго ихъ открыванія съ цѣлью производства посѣва [26].—Для полученія чистаго матеріала для посѣва, поступаютъ при массовыхъ культурахъ по различнымъ методамъ. 1) Методъ фракціонированной культуры [27]. Онъ основывается на опытѣ, согласно которому одинъ изъ нѣсколькихъ дробящихся грибковъ развивается наконецъ сильнѣе остальныхъ. Если теперь изъ удавшейся на столько культуры перенесть небольшое количество въ другой несодержащій грибковъ растворъ, а изъ этого послѣдняго, по прошествіи соотвѣтственнаго времени, въ третій и т. д., то имѣются шансы получить въ концѣ-концовъ чистую культуру, и остается наконецъ именно тотъ дробящійся грибокъ, который, при данныхъ условіяхъ, быстрѣе размножается. 2) Методъ разбавленія [28]. Этотъ методъ даетъ большею частію очень хорошіе результаты, когда необходимый для культуры дробящійся грибъ въ количественномъ отношеніи превосходитъ всѣ другіе. Жидкость, содержащую дробящіеся грибы, разбавляютъ несодержащею грибовъ водою до тѣхъ поръ, пока, по приблизительному разсчету, не будетъ приходиться по одному грибку на каплю жидкости. Если теперь нужный для культуры грибокъ находится въ большемъ, сравнительно съ другими, количествѣ и мы заразимъ рядъ наполненныхъ питательною жидкостію сосудовъ одною каплею раствора, содержащаго грибы, то имѣются всѣ шансы, чтобы получить въ большинствѣ сосудовъ чистую культуру.—Имѣемъ ли мы чистую культуру дробящихся грибовъ, объ этомъ, въ большинствѣ случаевъ, можно судить уже макроскопически, именно по равномѣрному помутнѣнію жидкости, или по равномѣрному развитію пленки на ея поверхности, по равномѣрному развитію облачковъ на днѣ, или по равномѣрному окрашиванію, по равномѣрному образованію студени. Также точно можно предполагать, что культура чиста, если въ ней происходитъ энергическое броженіе или сильное гніеніе [29]. 3) Желатинная культура [30]. Этотъ методъ даетъ несомнѣнно наилучшіе результаты и вызвалъ на поприщѣ бактеріологіи величайшіе успѣхи. Къ питательной жидкости прибавляютъ желатины, агаръ-агара или кровяной сыворотки [31]. Особенно часто употребляется смѣсь настоя мяса, пептона и желатины, содер-

жащая 6% желатины. 50 *gm.* желатины намачиваютъ въ 500 *ccm.* воды и варятъ. 1/2 кило рубленнаго мяса вымачиваютъ въ въ теченіи 24 часовъ въ 500 *ccm.* холодной воды, затѣмъ варятъ мясную воду, полученную посредствомъ выжиманія мяса, профильтровываютъ чрезъ тонкій газъ, смѣшиваютъ съ желатиною, прибавляютъ 10 *gm.* пептона и 1 *g.* поваренной соли, нейтрализуютъ углекислымъ кали или углекислымъ натромъ и профильтровываютъ черезъ пропускную бумагу. Вливаютъ въ реактивные цилиндрики 10—15 *ccm.* питательной желатины, закупориваютъ ихъ ватными пробками и стерилизируютъ посредствомъ однократнаго кипяченія въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, или, лучше, посредствомъ получасоваго или часоваго кипяченія, но повторяемаго въ теченіи нѣсколькихъ дней сряду. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ хорошо бываетъ во время окончательнаго затвердѣванія желатины въ реактивныхъ цилиндрикахъ придавать этимъ послѣднимъ нѣсколько наклонное положеніе, вслѣдствіе чего увеличивается свободная поверхность желатины. Содержаніе питательной желатины можетъ быть, соотвѣтственно надобности, уменьшаемо до 2,5% или увеличиваемо до 10%. Подобно желатинѣ съ настоемъ мяса и пептономъ, можно также приготовлять желатину съ настоемъ сѣна; съ настоемъ пшеницы; съ Humor aqueus; съ мяснымъ экстрактомъ и пептономъ; съ мяснымъ настоемъ, пептономъ и 1% тростниковаго или винограднаго сахара и т. д. — Если культуры должны быть содержимы при температурѣ крови (Brütwärme), то, вмѣсто желатины, хорошо прибавлять къ питательнымъ растворамъ агаръ-агаръ или кровяную сыворотку. Такая питательная почва остается плотною и при температурѣ крови, между тѣмъ какъ желатинная питательная почва дѣлается при подобной температурѣ жидкою. Къ питательному раствору прибавляютъ 1% агаръ-агаръ. Сложнѣе приготовленіе уплотненной кровяной сыворотки. Кровь убиваемыхъ животныхъ собираютъ прямо изъ раны, производимой уколомъ, въ достаточно высокіе, снабженные стекляною пробкою и предварительно стерилизированные сосуды. Эти сосуды наполняютъ до самаго края и ставятъ ихъ на 24—30 часовъ въ ящикъ со льдомъ (Eisschrank), пока надъ кровянымъ сверткомъ не образуется большой слой, совершенно прозрачной, янтарно желтаго цвѣта сыворотки. Тогда кровяную сыворотку разливаютъ посредствомъ пипетки въ реактивные цилиндрики, которые затыкаютъ ватными пробками. Ватныя пробки слѣдуетъ предварительно нагрѣть въ сушильнѣ до 150 — 160° С., чтобы ихъ такимъ образомъ стерилизировать. Послѣ этого кровяную сыворотку нагрѣваютъ пять дней сряду въ открытой водяной банѣ, каждый день въ теченіи одного часа, до 58° С. Въ послѣдній день даютъ температурѣ въ теченіи 1/2 часа или 1 часа подняться до 65° С., вслѣдствіе чего кровяная сыворотка уплот-

няется. Скорѣе всего уплотняется баранья сыворотка, медленнѣе всего—телячья. Уплотненная кровяная сыворотка должна быть совершенно чистою и прозрачною, если она не вполнѣ стерилизирована, то вскорѣ мутнѣетъ. Ее можно употреблять или саму по себѣ, или-же въ качествѣ уплотняющей составной части для другихъ питательныхъ растворовъ. Плотная питательная почва употребляется съ большимъ успѣхомъ и для культуръ на предметныхъ стеклахъ. Небольшое количество питательной желатины, или агаръ-агару, или кровяной сыворотки, когда они еще въ жидкомъ состояніи, наливаютъ на стерилизированную предметную пластинку, такъ чтобы уплотняющійся на ней слой достигалъ толщины приблизительно въ 2 *mm*. Эти предметныя пластинки, когда на нихъ уже сдѣланъ посѣвъ, помѣщаютъ подъ стеклянный колпакъ, замкнутый водою, или въ гипсовый ящикъ. Ящикъ, сдѣланный весь изъ гипса, съ гипсовою-же крышкою, очень удобенъ въ качествѣ большой влажной камеры для культуры грибовъ и бактерій, не нуждающихся въ свѣтѣ, потому что влага распредѣляется въ немъ весьма равномѣрно и сверху не падаютъ капли воды [32]). Вмѣсто того, чтобы дѣлать посѣвъ на уплотнившейся уже питательной почвѣ, производятъ также посѣвы въ желатинѣ, находящейся еще въ реактивномъ цилиндрикѣ и нагрѣтой приблизительно до 25° С., отчего она становится жидкою; матеріалъ для посѣва перемѣшиваютъ съ нею и затѣмъ наливаютъ ее на предметныя пластинки. Если въ посѣвномъ матеріалѣ находились различные организмы, то они образуютъ теперь на предметной пластинкѣ отдѣльныя колоніи, изъ которыхъ каждая въ отдѣльности представляетъ, большею частію, чистую культуру. Чистота отдѣльныхъ колоній можетъ быть провѣрена непосредственно подъ микроскопомъ и, такимъ образомъ, изъ нихъ можно брать чистый матеріалъ для дальнѣйшихъ посѣвовъ. Кромѣ того, и микроскопическій видъ колоній часто бываетъ характернымъ и можетъ служить для опредѣленія формъ, которыя подъ микроскопомъ различаются лишь съ трудомъ. Признаками служатъ форма колоніи, ея окраска, равно какъ и то, разжижаетъ-ли она питательную почву, или нѣтъ, и окрашиваетъ-ли она ее. — «Прививка» (Impfung) къ питательному раствору или къ плотной питательной почвѣ производится свѣжепрокаленной платиновой проволокой. Для этой цѣли производятъ на плотной питательной почвѣ царапины. Въ плотной питательной почвѣ, находящейся внутри реактивныхъ цилиндриковъ, дѣлаютъ уколы приблизительно до глубины $^1/_2$ до 2 *cm*. — Способъ развитія внутри реактивныхъ цилиндриковъ тоже бываетъ характеренъ и позволяетъ макроскопически отличать другъ отъ друга отдѣльныя формы по признакамъ, подобнымъ описаннымъ для культуръ на предметныхъ пластинкахъ. Если требуется изучить исторію развитія какой нибудь отдѣль-

ной формы непосредственно подъ микроскопомъ, то прибѣгаютъ къ помощи маленькихъ влажныхъ камеръ.—Для чистыхъ культуръ, продолжающихся болѣе продолжительное время, камеры изъ картона, которыя употребляли раньше, уже неудовлетворительны. Для такихъ культуръ можно рекомендовать напр. камеру, дѣлаемую изъ стеклянаго колечка [33]). Такое колечко, вышиною приблизительно въ 0,5 *cm.*, отрѣзывается отъ стеклянной трубочки соотвѣтственнаго діаметра. Оба края стеклянаго колечка сглаживаются на точильчомъ камнѣ и наклеиваются на предметную пластинку посредствомъ канадскаго бальзама. Въ качествѣ покрышки служитъ круглое, соотвѣтственной величины, покровное стеклышко. На средину покровнаго стеклышка наносится возможно болѣе тонкій слой питательной почвы изъ желатины, агаръ-агара или кровяной сыворотки и слою этому производится затѣмъ прививка. Покровое стеклышко укрѣпляютъ на краѣ стекляной камеры посредствомъ 3 маленькихъ капелекъ масла. — Тонкій слой воды на днѣ стеклянной камеры поддерживаетъ въ ней необходимую влажность. — Такую влажную камеру можно передѣлать въ газовую камеру; для чего въ стекляномъ колечкѣ продѣлываютъ два боковыхъ отверстія, въ которыя впаиваютъ или вклеиваютъ стекляныя трубочки, служащія для введенія и выведенія газа. — Можно рекомендовать еще и другую влажную камеру [34]), состоящую изъ предметной пластинки съ плоскимъ, круглымъ или четырехугольнымъ углубленіемъ по growth срединѣ, которое окружено еще болѣе глубокимъ желобкомъ. Этотъ желобокъ наполняютъ водою. Употребляемыя при этомъ покровныя стекла должны быть настолько велики, чтобы могли захватывать своими краями далѣе наружнаго края желобка и лежали-бы, такимъ образомъ, на неуглубленной поверхности предметной пластинки. — Для культуръ при постоянной, болѣе высокой температурѣ, служатъ ящики съ двойными стѣнками (Vegetationskästen), съ соотвѣтственнымъ приспособленіемъ для нагрѣванія. Подобный аппаратъ можно пріобрѣсть за 25—50 марокъ у д-ра Роберта Мюнке въ Берлинѣ, Luisenstrsse 58, или у д-ра Германна Рорбека въ Берлинѣ, Friedrichstrasse 100. Особенно хорошъ вегетаціонный ящикъ по д'Арсонвалю, который стоитъ однако-же у д-ра Роберта Мюнке 72 — 108 марокъ, у д-ра Германна Рорбека отъ 28 до 130 марокъ.

Примѣчаніе къ XXI-му упражненію.

[1]) Относительно сообщаемаго здѣсь срав. Zopf, die Spaltpilze и de Bary, Vergl. Morph. u. Biol. d. Pilze, Mycetoz. und Bacterien. pag. 490; въ этихъ двухъ сочиненіяхъ указана и прочая литература. Относительно окрашиванія я придерживался главнымъ образомъ Гойера, Gazeta lekarska, 1884.

[2]) Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. I. pag. 411.
[3]) По Evera, Bull. de la soc. Belge de mikr. T. X. № 11.
[4]) По Brun'y сообщено Fol'емъ въ Lehrb. d. vergl. mikr. Anat. pag. 37.
[5]) Cohn, Beitr. z. Biol., Bd. I, p. 161; Zopf. l. c. pag. 92.
[6]) Engler, Bericht der Commission zur Erf. d. deut. Meere, 1881; Zopf, die Spaltpilze, pag. 13, 75 ff., здѣсь и литература.
[7]) Срав. и относительно этого опять Zopf, l. c. pag. 80.
[8]) Срав. Cohn, Beiträge zur Biologie, Bd. I, pag. 125.
[9]) Срав. литературу по этому вопросу у Zopf, die Spaltpilze, 1883.
[10]) Zopf, l. c. pag. 5.
[11]) R. Koch, Berliner klinische Wochenschrift, 1882, pag. 221.
[12]) Срав. по этому поводу C. Friedländer, Mikr. Technik, II Aufl., pag. 53.
[13]) Методъ Neelsen'a, по сообщенію Гойера.
[14]) По Субботину, Arch. de phys. norm. et. path. T. XIII, 1881, pag. 477.
[15]) По Гойеру, l. c.
[16]) Weigert, Virchow's Archiv, Bd. LXXXIV, pag. 201; Firket въ Bizzozero'ca французск. переводѣ Manuel de micr. clin., pag. 314.
[17]) Gram, Fortschr. d. Med. 1884, pag. 185.
[18]) Victor Babes, Arch. f. Mikr. Anat., Bd. XXII, pag. 359 и 361.
[19]) Введенъ въ употребленіе Р. Кохомъ; Unters üb. Aet. d. Wundinfectionskrankheiten. Leipzig, 1878.
[20]) По методу, указанному Roberts'омъ и Buchner'омъ; срав. Zopf, die Spaltpilze, pag. 57, къ которому я вообще отсылаю, какъ къ источнику, изъ котораго можно узнать прочую литературу.
[21]) Brefeld, Schimmelpilze, Heft IV, pag. 38.
[22]) Срав. Brefeld. l. c. pag. 40.
[23]) Срав. Koch, in Cohn's Beitr. z. Biolog., Bd. II, pag. 402.
[24]) Brefeld, l. c. pag. 40.
[25]) Buchner, въ Naegeli's Unters. üb. niedr. Pilze, pag. 192, тамъ и рисунокъ Saftgläschen.
[26]) Buchner, Stzber. d. bair. Akad. d. Wiss., 1880, pag. 381 и въ Naegeli's Unters. über niedr. Pilze, pag. 159.
[27]) Введенъ Klebs'омъ; Archiv f. exper. Path., Bd. I, pag. 46; въ остальныхъ отношеніяхъ ссылаюсь опять таки на Zopf, Spaltpilze, pag. 43 ff.
[28]) Предложенъ Naegeli, Stzber. d. kgl. bair, Akad. d. Wiss., 1880, pag. 410 и Unters. über niedr. Pilze, pag. 13; Buchner, Stzber. d. kgl. bair. Ak. d. Wiss.. 1880, pag. 374 и въ Naegeli's Unters. über niedr. Pilze, pag. 146.
[29]) По Zopf'y, I. c- pag. 44.
[30]) Введена Brefeld'омъ; срав. Schimmelpilze, Heft. I, pag. 15. Усовершенствована R. Koc'омъ, zur Untersuchung pathog. Organismen, Mitth. aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1883, pag. 18 и многія другія статьи въ Mitth. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte.
[31]) Всѣ эти питательныя вещества можно получать приготовленными и стерилизованными отъ д-ра Германна Рорбека въ Берлинѣ, Friedrichstr. 100.
[32]) Bainier, Ann. d. sc. nat. Bot. VI sér. T. XV, pag. 346.
[33]) По Van Tieghem'y и le Monnier, Ann. d. sc. nat. Bot. V. sér. T. XVII, pag. 263.
[34]) Dippel, das Mikroskop, II. Aufl. pag. 662; Grundzüge d. allg. Mikr. pag. 295.

XXII. Упражненіе.

Воспроизведеніе у водорослей.

Оріентировавшись на общемъ поприщѣ морфологическаго изслѣдованія высшихъ и низшихъ растительныхъ формъ, познакомимся теперь съ тѣми задачами, которыя ставитъ микроскопическому изслѣдованію частная морфологія. Мы избираемъ при этомъ путь, обратный тому, которому слѣдовали до сихъ поръ и постепенно будемъ переходить отъ простѣйшихъ группъ организмовъ къ высоко организованнымъ. Мы уже положили этому начало въ послѣднемъ упражненіи, разсмотрѣвъ все развитіе бактерій; разсмотримъ теперь неполовые и половые процессы у водорослей.

Часто случается наблюдать спирогиры, которыя совершаютъ копуляцію [1]). Такія спирогиры обращаютъ на себя вниманіе своимъ курчавымъ видомъ и связью въ ихъ нитчатыхъ массахъ. Процессъ наблюдается легко, не слѣдуетъ только класть нити прямо на предметную пластинку и покрывать покровнымъ стеклышкомъ, а надо ихъ помѣстить въ описанной на стр. 218 маленькой влажной камерѣ (картонной рамкѣ), въ которой спирогиры находятся въ такомъ случаѣ въ висящей на покровномъ стеклышкѣ каплѣ. У большинства видовъ копуляція происходитъ лѣстницеобразно, т. е. двѣ противулежащія нити соединяются поперечною перемычкою. Клѣточки производятъ короткіе, тупые отростки, которые встрѣтились и срослись. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ еще до копуляціи можно отличать, которая нить мужская и которая женская, такъ какъ клѣточки этой послѣдней вздуваются боченкообразно. Послѣ соединенія копуляціонныхъ отростковъ, сначала въ мужской клѣточкѣ, содержимое начинаетъ округляться и со всѣхъ сторонъ отступаетъ отъ стѣнки клѣточки. Затѣмъ оно переходитъ въ копуляціонный каналъ и проходитъ черезъ перегородку, которая къ этому времени размягчается. Одновременно, или при прикладованіи мужской клѣточки, округляется и женская клѣточка. Обѣ клѣточки приходятъ въ соприкосновеніе и по прошествіи немногихъ минутъ сливаются. Содержимое ихъ смѣшивается; хлорофильныя ленты прикладываются одна къ другой; оба клѣточныхъ ядра сливаются въ одно [2]), чего однако безъ окрашиваній нельзя видѣть. Образовавшаяся зигота начинаетъ вскорѣ сокращаться; по прошествіи одного часа полость въ ней исчезаетъ совершенно. При этомъ хлоро-

фильныя ленты оттѣсняются нѣсколько внутрь, между тѣмъ какъ периферію занимаетъ безцвѣтная, пѣнистая протоплазма. Зигота болѣе или менѣе шаровидна. Но по прошествіи 24 часовъ она опять увеличивается, въ ней появляется полость и она принимаетъ эллипсоидальную форму; хлорофильныя ленты приближаются къ периферіи и зиготу покрываетъ теперь явственная, двухконтурная оболочка.

Только что разсмотрѣнный нами процессъ копуляціи характеренъ для всего отдѣла водорослей, соединяемыхъ подъ именемъ Conjugatae. Къ нему относятся, кромѣ Spirogyra, столь же распространенные у насъ въ прѣсной водѣ виды Zygnema, отличающіеся двумя звѣздчатыми хроматофорами въ каждой клѣточкѣ, и изящной формы Desmidiaceae. Вблизи ихъ можно бы поставить діатомъ, у которыхъ типическая копуляція тоже встрѣчается.

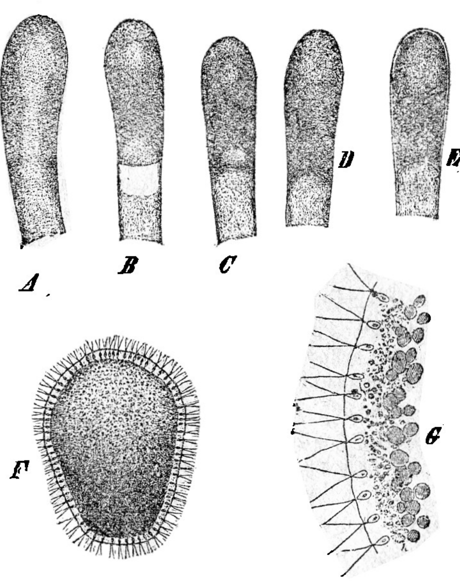
Принадлежащій къ Chlorophyceae родъ Cladophora, строеніе котораго намъ уже извѣстно, представляетъ весьма подходящій объектъ для изученія зооспоръ [3]; но, къ сожалѣнію, онъ не всегда обнаруживаетъ склонность къ образованію зооспоръ. Сравнительно легко получаются зооспоры у морскихъ формъ, которыя помѣщаютъ въ достаточно большой сосудъ съ морской водой; но и изъ прѣсноводныхъ формъ, Cladophora glomerata, взятая изъ быстро текущей воды и положенная къ вечеру въ плоскіе сосуды, съ слоемъ воды всего около 1 *cm.* толщины, на слѣдующій день почти всегда даетъ зооспоры. Развитіе послѣднихъ начинается въ верхушкахъ вѣтокъ и распространяется отсюда дальше, по направленію къ ихъ основанію. Такимъ образомъ, всѣ фазы развитія легко можно отыскать одновременно. Мы разсматриваемъ ихъ въ направленіи отъ основанія къ верхушкѣ вѣтокъ и начинаемъ съ неизмѣнившейся еще клѣточки. Строеніе такой клѣточки намъ уже извѣстно, и то, что можно разсмотрѣть безъ реактивовъ, сейчасъ же опять увидимъ: многогранные, близко примыкающіе другъ къ другу хроматофоры, въ которыхъ заключаются мелкія, блѣдныя крахмальныя зернышки, частію же и болѣе крупные пиреноиды; пластинки плазмы, проходящія чрезъ полость клѣточки и содержащія отчасти и хроматофоры. Переходя постепенно отъ такихъ клѣточекъ къ клѣточкамъ, образующимъ спорангіи, мы замѣчаемъ прежде всего измѣненіе окраски ихъ содержимаго. При достаточно сильномъ увеличеніи констатируемъ въ тоже время отсутствіе пиреноидовъ; послѣдніе распались на отдѣльныя крахмальныя зернышки, причемъ и хроматофоры подѣлились на болѣе мелкіе. На слѣдующей затѣмъ стадіи хроматофоры распредѣляются сѣтевидно, такъ что все содержимое, окружающее большей или меньшей величины полость, представляется подѣленнымъ на много-

гранные участки. Средина каждаго такого участка свободна отъ зернышекъ, и фиксированные и окрашенные объекты показываютъ, что здѣсь лежитъ по одному клѣточному ядру. Въ тоже время и кожистый слой, окружающій все содержимое клѣточки, утолщается и дѣлается болѣе замѣтнымъ. Особенно сильно выступаетъ онъ у краевъ клѣточки. Въ одномъ мѣстѣ, которое лежитъ близко отъ передняго конца клѣточки, а въ конечныхъ клѣточкахъ находится на самомъ концѣ ихъ, замѣчается особое скопленіе безцвѣтной протоплазмы. Противъ средины этого скопленія оболочка клѣточки разбухаетъ и сосочкообразно выпячивается наружу, конечно вслѣдствіе увеличенія въ объемѣ отъ разбуханія. — Слѣдующее измѣненіе состоитъ въ томъ, что хроматофоры удлиняются внутрь многогранныхъ участковъ и эти послѣдніе представляются разграниченными посредствомъ свѣтлыхъ линій. Затѣмъ участки начинаютъ округляться и отчасти отступать другъ отъ друга. Периферическіе участки выдаются теперь въ видѣ округлыхъ бугорковъ. Но кожистый слой не принимаетъ участія въ дифференцировкѣ хлорофиллоноснаго содержимаго на отдѣльные участки, онъ превращается скорѣе въ безцвѣтную слизь, которая играетъ роль при выходѣ зооспоръ. Соотвѣтственно сильному скопленію безцвѣтной протоплазмы у будущаго выходнаго отверстія, здѣсь находится наибольшая масса образовавшейся слизи и, связанныя еще въ одну общую массу, зооспоры соотвѣтственно удалены поэтому отъ этого мѣста. Въ массѣ зооспоръ, представляющей очертаніе плода шелковицы, легко можно теперь видѣть цилиндрическую, болѣе или менѣе значительно развитую полость. При очень богатомъ содержаніи спорангія, послѣдней можетъ и не быть. Но обыкновенно она существуетъ и зооспоры образуютъ вокругъ этой внутренней полости двойной или тройной слой. Вскорѣ зооспоры принимаютъ грушевидную форму. Ихъ передній, безцвѣтный, заостренный конецъ хорошо отличается отъ закругленнаго, хлорофиллоноснаго задняго конца; у поверхности каждой зооспоры выступаетъ узкая, краснобурая черточка, такъ называемое глазное пятно. Клѣточная оболочка, въ соотвѣтствующемъ сосочку мѣстѣ, разбухаетъ къ этому времени на столько сильно, что контуры ея можно различить лишь съ большимъ трудомъ. При непрерывномъ наблюденіи теперь вскорѣ можно будетъ видѣть наступленіе момента, въ который начинается выхожденіе зооспоръ. Подъ вліяніемъ давленія содержимаго, разбухшее вещество сосочка прорывается и масса зооспоръ съ силою выдавливается наружу. Вмѣстѣ съ зооспорами выступаютъ наружу и мелкозернистыя массы содержимаго клѣточной полости. По прошествіи короткаго времени, выдавленныя наружу зооспоры приходятъ въ движеніе. Содержимое спорангія, уменьшаясь въ своей массѣ, отступаетъ отъ

стѣнки клѣточки; очевидно, что здѣсь находится студенистая масса, надавливающая на содержимое клѣточки. Когда въ спорангіѣ остается уже небольшое число зооспоръ, то онѣ начинаютъ двигаться внутри послѣдняго по различнымъ направленіямъ и, одна за другою, выходятъ черезъ сосочекъ наружу. Небольшое число остается иногда и въ спорангіѣ. Если изслѣдованіе объекта производится въ висящей каплѣ, то зооспоры, подъ вліяніемъ свѣта, собираются наконецъ у края капли, обращеннаго къ окну или-же у противуположнаго. Но эти зооспоры не принадлежатъ къ числу самыхъ чувствительныхъ къ свѣту, онѣ долго остаются разсѣянными по всей каплѣ, движутся въ ней по различнымъ направленіямъ и по мѣрѣ того, какъ уменьшается энергія ихъ движенія, лишь постепенно собираются у края, гдѣ и останавливаются. Онѣ затѣмъ округляются и покрываются клѣточною оболочкою. — Зооспоры эти можно очень хорошо фиксировать небольшимъ количествомъ раствора іода въ іодистомъ кали (фиг. 85). На нихъ видны въ такомъ случаѣ двѣ рѣсницы (у другихъ видовъ Cladophora ихъ можетъ быть и четыре), которыя отходятъ отъ небольшаго выступа на переднемъ концѣ зооспоры. При удобномъ положеніи зооспоръ послѣ обработки іодомъ можно вполнѣ ясно различать въ переднемъ безцвѣтномъ концѣ маленькое клѣточное ядро (срав. фигуру); ядрышко окрашивается обыкновенно весьма рѣзко.

Фиг. 85. Cladophora glomerata. Зооспора, фиксированная растворомъ іода въ іодистомъ кали. Справа на ней глазное пятно; въ переднемъ безцвѣтномъ участкѣ видно клѣточное ядро. Увел. 540.

Разсмотрѣнныя нами зооспоры были неполовыя. Но Cladophora можетъ производить и другія, меньшія зооспоры, дифференцированныя въ половомъ отношеніи, т. е. гаметы. Эти послѣднія копулируютъ



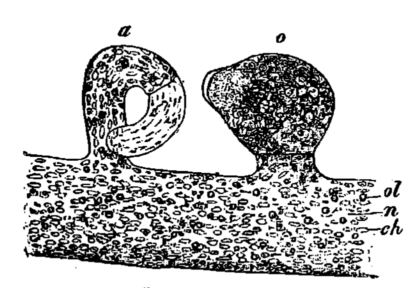
Фиг. 86. Vaucheria sessilis. *A* и *B* развитіе спорангіевъ, *C* — *E* образованіе зооспоръ изъ содержимаго спорангія; *F* вышедшая зооспора; *G* часть наружнаго безцвѣтнаго слоя плазмы изъ передней части зооспоры. Увел. *A*—*E* 95; *F* 250; *G* 450 разъ.

другъ съ другомъ, но были до сихъ поръ наблюдаемы только у морскихъ формъ[4]).

Изъ отдѣла Siphoneae избираемъ для изслѣдованія весьма распространенную Vaucheria sessilis, чтобы разсмотрѣть у нея развитіе зооспоръ и половыхъ органовъ. Если сильные экземпляры этой водоросли взяты изъ стоячей или, еще лучше, изъ проточной воды и помѣщены въ плоскихъ сосудахъ въ свѣжей водѣ, то можно почти навѣрное разсчитывать на полученіе многочисленныхъ зооспоръ утромъ слѣдующаго дня. Зооспоры выходятъ въ теченіи всего предобѣденнаго времени, такъ что легко можно отыскать всевозможныя фазы [5]). Если культуру просматривать черезъ лупу съ большимъ фокуснымъ разстояніемъ, то по темной окраскѣ концовъ нитей легко можно узнать первые зачатки спорангіевъ. Если теперь взять пинсетомъ, у ихъ основанія, группу нитей, которыя обѣщаютъ представить нужныя стадіи и перенести, не сгибая ихъ, на предметную пластинку, то здѣсь можно затѣмъ непосредственно слѣдить за дальнѣйшимъ ходомъ развитія. Послѣднее происходитъ часто вполнѣ хорошо даже подъ покровнымъ стеклышкомъ, если только положить по бокамъ кусочки бузинной сердцевины или конскаго волоса, чтобы покровное стеклышко не производило давленія на объектъ. Если изъ конца вѣтви долженъ образоваться спорангій, то въ немъ скопляется богатое хлорофилломъ содержимое и, въ то-же время, этотъ конецъ вѣтви начинаетъ булавообразно вздуваться. Полость въ булавѣ съужается (фиг. 86, *A*) и вскорѣ отдѣляется въ верхней ея части въ видѣ вакуоли. Затѣмъ спорангій отдѣляется посредствомъ перегородки, при образованіи которой хлорофиллоносное содержимое спорангія и нити временно разступаются, такъ что они представляются отдѣленными другъ отъ друга свѣтлымъ промежуткомъ (фиг. 84, *B*). Послѣ этого, вокругъ содержимаго спорангія образуется свѣтлая оторочка (*E*), которая получаетъ вскорѣ радіальную структуру. Оторочка эта состоитъ изъ безцвѣтной протоплазмы, а радіальная ея структура зависитъ отъ скопленія здѣсь продолговатыхъ, радіально расположенныхъ клѣточныхъ ядеръ (*F*, *G*). Ядра эти обнаруживаются только послѣ соотвѣтственной обработки реактивами и только при сильныхъ увеличеніяхъ [6]). Такимъ образомъ, зооспора Vaucheria многоядерна. — По достиженіи окончательнаго развитія, зооспора вскорѣ выходитъ. Верхушка спорангія сразу разрывается и въ тотъ же моментъ выпячивается чрезъ отверстіе передняя часть зооспоры и начинаетъ въ тоже время вращаться вокругъ своей длинной оси. Зооспора должна протиснуться черезъ отверстіе. Выходъ продолжается обыкновенно немного долѣе одной минуты. Образовавшееся въ спорангіѣ разбухающее вещество способствуетъ выдавливанію зооспоры. Иногда

случается, хотя и рѣдко, что передняя часть зооспоры откручивается отъ задней части, находящейся еще въ спорангіѣ; въ такомъ случаѣ передняя часть уплываетъ въ видѣ совершенно развитой, но только меньшей величины, зооспоры, а задняя часть даетъ другую зооспору. Подобное явленіе возможно только благодаря многоядерности зооспоры, такъ какъ каждая половина содержитъ поэтому необходимыя для ея существованія клѣточныя ядра. Движеніе вышедшихъ зооспоръ продолжается около четверти часа и направленіе входящихъ лучей свѣта не оказываетъ вліянія на направленіе движенія. Зооспора имѣетъ яйцевидную форму; спереди она шире; въ этомъ переднемъ концѣ находится клѣточная полость. Рѣсницы можно видѣть только въ тотъ моментъ, когда зооспора останавливается; онѣ покрываютъ все тѣло зооспоры въ видѣ короткаго пушка. Въ слѣдующій затѣмъ моментъ онѣ втягиваются въ тѣло зооспоры, которое обнаруживаетъ во время этого процесса морщинистую поверхность; послѣ тѣло зооспоры становится гладкимъ. Во время втягиванія рѣсницъ замѣчается, что вокругъ зооспоры образовалась уже тоненькая оболочка. Теперь спора медленно округляется, ея безцвѣтная оторочка исчезаетъ, между тѣмъ какъ зерна хлорофилла придвигаются къ поверхности: стѣнка клѣточки быстро утолщается.

У сухопутной формы Vaucheria sessilis Vauch. легко отыскиваются половые органы. Видъ этотъ узнается по тому, что женскіе органы, оогоніи, сидятъ непосредственно на слоевцовой нити, между тѣмъ какъ мужскіе органы, антеридіи, заканчиваютъ собою короткую, роговидно загнутую вѣтку, которая непосредственно отходитъ отъ слоевища. Одинъ антеридій и одинъ оогоній располагаются обыкновенно въ видѣ одной пары, другъ возлѣ друга; нерѣдко случается также видѣть и одинъ антеридій между двумя оогоніями. Для изслѣдованія слѣдуетъ брать именно этотъ видъ Vaucheria, а не другой, столь же часто попадающійся на сырой землѣ, у котораго оогоній и антеридій сидятъ на одной общей вѣткѣ. Этотъ послѣдній видъ, Vaucheria terrestris Lyngb., мало пригоденъ для изслѣдованія. Живущая въ водѣ Vaucheria sessilis образуетъ въ культурахъ раньше уже разсмотрѣнныя нами зооспоры и производитъ половые органы только черезъ нѣсколько



Фиг. 87. Vaucheria sessilis. Часть слоевища съ половыми органами. *o*—оогоній; *a*—антеридій; *ch*—хроматофоры; *ol*—капли масла. Клѣточныя ядра *n* тоже нарисованы, хотя ихъ можно видѣть только послѣ соотвѣтственнаго окрашиванія. Увел. 240.

недѣль.—Оогоніи (фиг. 87, *o*) [7]) имѣютъ косо-яйцевидную форму, сильно наполнены содержащею хлорофиллъ и масло плазмою и отдѣлены отъ слоевища перегородкою, проходящею немного выше мѣста ихъ прикрѣпленія. Оогоній снабженъ одностороннимъ, клювообразнымъ выросткомъ, въ которомъ скопляется безцвѣтная протоплазма. На болѣе развитыхъ фазахъ эта послѣдняя занимаетъ всю верхнюю треть яйца. Если мы будемъ непрерывно наблюдать такой оогоній, то увидимъ, что безцвѣтное вещество на клювообразномъ концѣ производитъ сосочковидный выростокъ, который все болѣе и болѣе округляется въ видѣ самостоятельнаго шарика; послѣдній отдѣляется наконецъ отъ содержимаго оогонія, отбрасывается въ окружающую воду и здѣсь медленно разрушается. Непосредственное наблюденіе показываетъ, что оболочка клювообразнаго конца оогонія при этомъ не продырявливается, но разбухаетъ только въ студень и выходящая капля плазмы продавливается черезъ студень. Остающееся содержимое округляется, а безцвѣтная вершина его представляетъ собою воспріемлющее пятно. — Вѣтвь, несущая антеридій, болѣе или менѣе сильно изогнута. Верхняя треть ея становится антеридіемъ и представляется отдѣленною посредствомъ перегородки (фиг. 87, *a*). Въ зрѣломъ состояніи антеридій отличается безцвѣтнымъ содержимымъ, между тѣмъ какъ несущая его вѣтвь богата хлорофилловыми зернами. Большею частію верхушка антеридія обращена въ противуположную оогонію сторону. Въ безцвѣтномъ содержимомъ антеридія болѣе или менѣе ясно замѣтны короткія палочки, имѣющія продольное положеніе. Къ тому времени, когда оогоній выбрасываетъ часть своего безцвѣтнаго, плазматическаго вещества, открывается на верхушкѣ антеридій и выпоражниваетъ свое слизистое содержимое. Большая часть этого послѣдняго остается въ водѣ въ видѣ безцвѣтныхъ шариковъ, которые медленно разрушаются; незначительная часть уплываетъ въ видѣ очень мелкихъ сперматозоидовъ. Эти быстро плавающіе сперматозоиды скопляются вскорѣ въ студенистой массѣ на вершинѣ оогонія. Нѣкоторые проникаютъ до безцвѣтнаго воспріемлющаго пятна яйца и какъ бы ощупываютъ это послѣднее. Въ особенно благопріятныхъ случаяхъ удавалось констатировать сліяніе такого сперматозоида съ воспріемлющимъ пятномъ. По прошествіи короткаго времени оплодотворенное яйцо, зигота, покрывается нѣжною оболочкою, которая обнаруживается особенно ясно на воспріемлющемъ пятнѣ. По прошествіи нѣсколькихъ часовъ, безцвѣтная протоплазма воспріемлющаго пятна равномѣрно распредѣляется въ зиготѣ. Болѣе старыя зиготы сильно наполнены большими каплями масла, обнаруживаютъ нѣсколько бурыхъ пятенъ внутри и имѣютъ плотную оболочку.

Если движущіеся сперматозоиды фиксировать растворомъ іода въ іодистомъ кали, то на нихъ можно увидѣть двѣ неравной длины рѣсницы, прикрѣпленныя сбоку.

Примѣчаніе къ XXII-му упражненію.

[1]) de Bary, Conjugaten, pag. 3; Strasburger, Befr. und Zellth., pag. 5; Kny, Wandtafeln, Text, pag. 11.

[2]) Schmitz, Stzber. der niederrh. Gesell., 4 Aug. 1879. pag. 23.

[3]) Срав. Thuret, Ann. d. sc. nat. Bot.. III. Sér., T. XIV., pag. 219 и таб. 16; Schmitz, Siphonocladiaceen, pag 34 и Chromatophoren, pag. 119, примѣч.; Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 72.

[4]) Срав. Areschoug, Observ. phycol., II., Acta soc. scient. Upsal., vol. IX, 1874.

[5]) Thuret, Ann. d. sc. nat. Bot.. 2 Sér., T. XIX., pag. 270, Strasbusger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 213 и 84.

[6]) Schmitz. Stzber. d. niederrh. Gesell., 4 Aug. 1879, Sep.-Abdr., pag. 4; Strasburger, Zellb. u. Zellth. III. Aufl., pag. 88.

[7]) Срав. Pringsheim, Monatsber. d. kgl. Ak. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1855; de Bary, Ber. d. Freib. Naturf. Gesell., 1856; Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 90.

XXIII. Упражненіе.

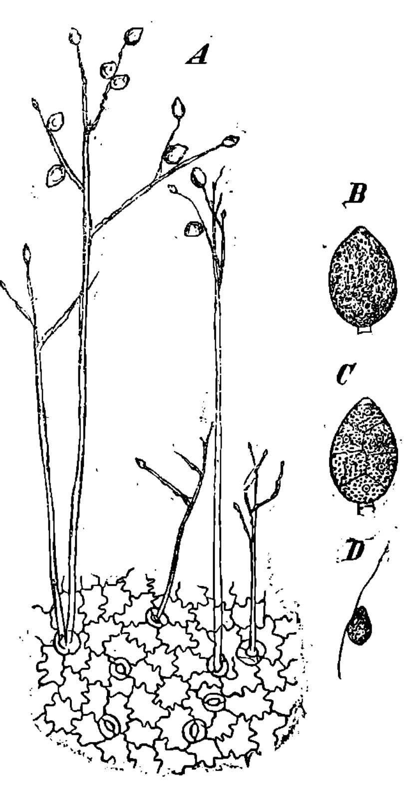
Воспроизведеніе у грибовъ.

Если подъ стекляный колпакъ положить небольшой кусокъ влажнаго хлѣба, то онъ покрывается уже черезъ нѣсколько дней густымъ войлокомъ грибныхъ нитей, почти всегда принадлежащихъ фикомицету Mucor Mucedo [1]). Тотъ же грибъ въ скоромъ времени весьма роскошно развивается на свѣжемъ навозѣ, который держатъ въ замкнутомъ сыромъ пространствѣ. Отъ субстрата поднимаются прямостоячіе, достигающіе нѣсколькихъ сантиметровъ длины плодоносцы, которые наклоняются къ источнику свѣта и которые заканчиваются одной шаровидной, желтой или бурой головкой, легко различаемой въ лупу. Если снять осторожно съ субстрата небольшое количество изслѣдуемаго матеріала и помѣстить въ каплѣ воды, то съ помощью достаточно сильнаго увеличенія можно убѣдиться, что мицелій состоитъ изъ толстыхъ, богато вѣтвящихся, неправильно подѣленныхъ перегородками трубокъ, отъ которыхъ подымаются прямые, не имѣющіе перегородокъ и вѣтвей плодоносцы, несущіе на верху шаровидную головку—спо-

рангій. Еще незрѣлые спорангіи сохраняются и въ водѣ, ихъ содержимое состоитъ изъ буроватожелтой протоплазмы. Въ самыхъ молодыхъ плодоножка еще, не отдѣлена отъ спорангія, но позже происходитъ перегородка, сильно вдающаяся внутрь спорангія, въ видѣ значительной выпуклины, такъ называемая columella. Зрѣлый спорангій расплывается въ водѣ, отъ его стѣнки остаются только мелкіе, изъ тонкихъ иголочекъ состоящіе обломки, относительно которыхъ доказано, что они состоятъ изъ щавелевокислой извести [2]). Выпорожненныя споры лежатъ на приблизительно одинаковыхъ другъ отъ друга разстояніяхъ и, приводя въ движеніе покровное стеклышко, можно убѣдиться, что онѣ заключены въ безцвѣтную слизь. На плодоносцахъ обыкновенно остается ниже columella, въ видѣ маленькаго воротничка, остатокъ прилегающаго здѣсь известковаго покрова. Въ стѣнкоположной протоплазмѣ не слишкомъ старыхъ плодоносцевъ можно замѣтить красивыя, идущія вдоль главной оси струйки. Трубки Mucor многоядерны, ядра очень мелкія, открываемыя только посредствомъ соотвѣтственныхъ окрашиваній. — Въ навозныхъ культурахъ грибъ производитъ иногда зиготы, которыя обнаруживаются въ видѣ черныхъ точекъ. Въ мартѣ и апрѣлѣ мѣсяцахъ его можно большею частію заставить образовать зиготы, если посѣять споры на свѣжемъ, плоско разложенномъ конскомъ навозѣ. Зиготы развиваются въ 8—14 дней. Удается также получить зиготы и въ другое время, если произвесть посѣвъ въ нѣсколькихъ капляхъ концентрированнаго и продолжительнымъ кипяченіемъ стерилизированнаго сока изъ сливъ, къ которому прибавляютъ 10 до 20% алкоголя. Посѣвъ производятъ на покровномъ стеклышкѣ, во влажной камерѣ, устроенной изъ стекляннаго колечка (стр. 224), и предметныя пластинки помѣщаются въ гипсовые ящики (стр. 223), служащіе въ качествѣ большихъ влажныхъ камеръ [3]). Зиготы происходятъ вслѣдствіе копуляціи булавовидно расширенныхъ концовъ нитей мицелія. На зрѣлой, черной, покрытой бородавками зиготѣ видны противулежащія мѣста прикрѣпленія этихъ двухъ нитей мицелія, въ видѣ болѣе свѣтлыхъ, круглыхъ участковъ.

Причиною болѣзни картофеля является тоже фикомицетъ — Phytophthora infestans de Bary [4]), ростковыя трубки котораго проникаютъ чрезъ оболочки эпидермоидальныхъ клѣточекъ листа въ межклѣтныя пространства этого послѣдняго и, распространяясь въ нихъ, разрушаютъ ткань питающаго растенія, образуя постоянно увеличивающіяся бурыя пятна. Чтобы получить этотъ грибъ дающимъ большую массу плодовъ, кладутъ части больного картофельнаго растенія въ насыщенное парами пространство подъ стекляннымъ колпакомъ и оставляютъ ихъ здѣсь дня на два. Больные листья покрываются въ такомъ случаѣ съ обѣихъ сторонъ, но преимущественно съ нижней, бѣлою

«плѣсенью», которая состоитъ изъ нитевидныхъ плодоносцевъ Phytophthora. Такія дерновинки плѣсени особенно сильно развиты по краямъ бурыхъ пятенъ. На плоскостныхъ разрѣзахъ изъ покрытыхъ плѣсенью частей, мы видимъ гонидьеносцы, выходящіе наружу, черезъ широко открытыя дыхательныя устьица. Мы можемъ въ этомъ увѣриться, конечно менѣе совершенно, положивъ подъ микроскопъ просто кусочки листьевъ. Гонидьеносцы представляются въ видѣ нѣжныхъ, безъ перегородокъ, наполненныхъ мелкозернистою протоплазмою нитей, которыя въ верхней своей части развѣтвляются (фиг. 88, *A*). Вѣтвленіе моноподіальное и вѣтокъ обыкновенно бываетъ только двѣ или три. Эти вѣтки представляютъ на своемъ протяженіи неправильныя расширенія. Въ сухомъ воздухѣ гонидьеносцы спадаются и закручиваются во-кругъ своей оси. Мѣстами находятъ на концѣ вѣтки развивающуюся гонидію; но зрѣлыя гонидіи, имѣющія форму лимона, отпадаютъ при внесеніи препарата въ въ воду. Чтобы видѣть гонидіи сидящими на гонидьеносцахъ, нужно препаратъ разсматривать сухимъ. Но препаратъ слѣдуетъ накрыть покровнымъ стеклышкомъ и пустить подъ край этого послѣдняго немного воды, иначе гонидьеносцы, какъ уже было упомянуто, быстро высыхая, скручиваются. На свободно растущихъ растеніяхъ гонидьеносцы находятся только на нижней сторонѣ листьевъ и они не достигаютъ здѣсь такой вышины, какъ во влажныхъ камерахъ; поэтому они и не такъ замѣтны для невооруженнаго глаза. — Нѣжные поперечные разрѣзы, сдѣланные изъ больныхъ листьевъ, вложенныхъ въ бузинную сердцевину, и именно изъ участковъ, прилегающихъ къ бурымъ пятнамъ, даютъ намъ возможность хорошо прослѣдить выходъ гонидьеносцевъ чрезъ дыхатель-



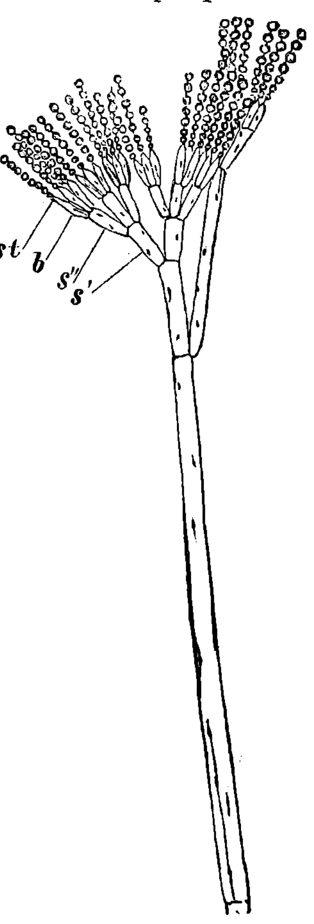
Фиг. 88. *A* эпидермисъ листа Solanum tuberosum сверху, съ выходящими чрезъ дыхательныя устьица гонидьеносцами Phytophthora infestans. Увел. 90. *B* зрѣлая гонидія; *C* гонидія съ раздѣлившимся содержимымъ. *D* зооспора. *B—D* увелич. 540 разъ.

ныя устьица. Довольно часто случается, что чрезъ одно дыхательное устьице выходитъ нѣсколько такихъ гифъ; или, что бываетъ чаще, гифа развѣтвляется при выходѣ и производитъ соотвѣтственно много гонидьеносцевъ. Мы можемъ отъ этихъ мѣстъ — что впрочемъ гораздо труднѣе — прослѣдить гифы и внутрь, въ ткань листа и констатировать, что онѣ здѣсь направляются по межклѣтнымъ пространствамъ. Въ отличіе отъ наиболѣе родственныхъ имъ видовъ Peronospora, Phytophthora производитъ только небольшое число и притомъ короткихъ, проникающихъ въ клѣточку сосательныхъ отростковъ (гаусторій), такъ что ихъ большею частію неудается находить. Нѣжныя нити мицелія прилегаютъ, напротивъ, плотно къ клѣточкамъ питающаго растенія. Такія клѣточки обнаруживаютъ сперва окрашиваніе въ бурый цвѣтъ ихъ хлорофилловыхъ зеренъ, которыя наконецъ сливаются другъ съ другомъ и съ другими составными частями содержимаго въ темнобурую, свернутую массу; вмѣстѣ съ тѣмъ и вся клѣточка сжимается.— Гонидіи имѣютъ форму лимона (фиг. 88, *B*), сидятъ на короткихъ ножкахъ, ихъ верхушка немного заостряется и онѣ наполнены мелкозернистымъ содержимымъ. Оболочка гонидіи очень нѣжная, на верхушкѣ гонидіи нѣсколько утолщены. Онѣ залагаются, какъ мы уже видѣли, на концахъ вѣтокъ гонидьеносцевъ; когда онѣ достигаютъ своей окончательной величины, тогда верхушка вѣтви, ниже мѣста прикрѣпленія гонидіи, растетъ односторонне дальше и сдвигаетъ гонидію на бокъ, такъ что послѣдняя принимаетъ относительно вѣтви прямоугольное положеніе. Вскорѣ на верхушкѣ вѣтви залагается новая гонидія (срав. фиг. 88, *A*).—Посѣемъ гонидіи въ каплѣ воды на покровномъ стеклышкѣ и помѣшиваніемъ капли постараемся сдѣлать, чтобы бо̀льшая часть гонидій была погружена въ воду. Покровное стеклышко накладывается на маленькую влажную камеру и капля такимъ образомъ вѣшается. Культура не должна находиться на слишкомъ яркомъ свѣтѣ. По прошествіи одного часа, иногда и позже, начинается развитіе зооспоръ изъ содержимаго гонидій. Гонидіи становятся такимъ образомъ спорангіями, впрочемъ, онѣ могутъ проростать и непосредственно, такъ какъ мы видимъ, что нѣкоторыя изъ нихъ, лежащія на поверхности или у края капли, пускаютъ изъ верхушечнаго сосочка ростковую трубку. У погруженныхъ, производящихъ зооспоры, содержимое раздѣляется на опредѣленное число клѣточекъ (*C*), въ которыхъ замѣчается по одной маленькой центральной вакуолѣ. Верхушка гонидіи разбухаетъ въ видѣ сосочка, наконецъ растворяется и чрезъ маленькое круглое отверстіе выдавливаются другъ за другомъ наружу отдѣльные участки содержимаго. Вскорѣ они уплываютъ въ видѣ зооспоръ. Если фиксировать эти зооспоры растворомъ іода, то можно увидѣть на нихъ двѣ рѣсницы. По-

слѣднiя прикрѣплены сбоку, вблизи вакуоли, которая имѣетъ теперь периферическое положенiе (*D*). Движенiе зооспоръ можетъ продолжаться до получаса. Затѣмъ онѣ останавливаются, покрываются целлюлезною оболочкою и даютъ вскорѣ ростокъ. Этотъ-то именно, развившiйся непосредственно изъ гонидiи, или-же изъ зооспоры ростокъ, и проникаетъ черезъ эпидермисъ въ стебли и листья картофеля и заражаетъ такимъ образомъ, какъ это можно доказать, вполнѣ здоровое растенiе. Посредствомъ гонидiй происходитъ быстрое размноженiе паразита.

Половые органы у Phytophthora infestans до сихъ поръ еще не найдены, но они извѣстны у родственныхъ ей Peronosporeae. Въ такомъ случаѣ вѣтви мицелiя внутри питающаго растенiя вздуваются, большею частiю на концахъ, вздутiя эти, отдѣляясь перегородками, образуютъ оогонiи. Къ каждому оогонiю прикладывается вѣтвь мицелiя, изъ конца которой образуется антеридiй. Въ оогонiѣ, изъ большей части находящейся въ немъ протоплазмы, развивается одно центральное, шаровидное яйцо. Антеридiй производитъ ростокъ для оплодотворенiя, доходящiй до самаго яйца, которое покрывается затѣмъ плотною оболочкою.

На различнѣйшихъ предметахъ, находящихся въ сыромъ помѣщенiи, если они только содержатъ хотя-бы малѣйшiе слѣды питательныхъ веществъ, обыкновенно появляется въ скоромъ времени синезеленая плѣсень —Penicillium crustaceum Fries [5]). Это самый распространенный плѣсенный грибъ, встрѣчающiйся повсемѣстно. Поэтому, матерiалъ для изслѣдованiя получить не трудно. Удобнѣе всего смочить кусочекъ хлѣба и положить его подъ стеклянный колпакъ. На этомъ хлѣбѣ прежде всего появятся вѣроятно Mucorineae; но медленнѣе развивающiйся Penicillium вытѣсняетъ ихъ вскорѣ и черезъ восемь приблизительно дней



Фиг. 89. Penicillium crustaceum, плодоносцы съ мутовками вѣтокъ (*s'* и *s''*), базидiями (*b*), стеригмами (*st*) и спорами; замѣтны клѣточныя ядра. По алкоголе-гематоксилинному препарату. Увел. 540.

на субстратѣ является густой, синезеленый покровъ. Синезеленая окраска зависитъ отъ споръ Penicillium'a, которыя однако обнаруживаютъ этотъ цвѣтъ только въ большой массѣ. Беремъ теперь небольшое количество матеріала съ субстрата и разсматриваемъ его въ водѣ. Мицелій состоитъ изъ вѣтвистыхъ гифъ, подѣленныхъ перегородками. Непосредственно видимое содержимое состоитъ изъ мелкозернистой протоплазмы съ вакуолями. Нѣкоторыя нити, ничѣмъ не отличающіяся отъ прочихъ нитей мицелія, развиваются въ плодоносцы. На концѣ ихъ образуются мутовки вѣтокъ (фиг. 89, *s'*), которыя или непосредственно производятъ мутовки базидій, или сначала образуютъ еще вторичныя мутовки боковыхъ вѣтокъ и уже на этихъ послѣднихъ развиваются мутовки базидій. Такое вѣтвленіе придаетъ плодоносцу видъ кисточки. Кромѣ этой конечной кисточки, часто еще развиваются изъ вѣтвей, выростающихъ ниже перегородки первичнаго плодоносца, вторичные плодоносцы (на фигурѣ справа). Базидіи, какъ это видно при достаточно сильномъ увеличеніи, имѣютъ цилиндрическую форму и на своемъ концѣ вытянуты въ тонкій отростокъ—стеригму (*st*). Стеригма вздувается на своемъ концѣ и образуетъ быстро заостряющуюся спору. Подъ первою спорою вскорѣ появляется второе вздутіе, дѣлающееся спорою, и т. д., такъ что получаются цѣпочки споръ. Верхнія споры цѣпочки сбрасываются, между тѣмъ какъ снизу развиваются новыя. — Дерновинки Penicillium, фиксированныя абсолютнымъ алкоголемъ, очень хорошо красятся гематоксилиномъ, причемъ обнаруживается, что въ клѣточкахъ мицелія и плодоносцевъ находятся многочисленныя клѣточныя ядра [6]). Эти послѣднія весьма малы, такъ что для разсматриванія ихъ требуются сильныя увеличенія. Они удлинены въ продольномъ направленіи клѣточки и соединяются между собою тонкими струйками плазмы. Въ длинныхъ клѣточкахъ ихъ насчитывается очень много, въ короткихъ вѣткахъ мутовокъ на плодоносцахъ, одно или два, въ базидіяхъ — только по одному, въ верхнемъ концѣ. Но верхушка базидій обыкновенно такъ сильно наполнена содержимымъ, что открыть въ нихъ присутствіе клѣточныхъ ядеръ становится невозможнымъ. При помощи самыхъ сильныхъ увеличеній можно всегда разсмотрѣть и въ спорахъ по одному ядру.

Замѣтимъ для памяти, что кромѣ только что описанныхъ плодоносцевъ, у Penicillium удалось найдти еще и другую форму плодоношенія [7]). Эта послѣдняя появляется въ соотвѣтственно произведенныхъ массовыхъ культурахъ, имѣетъ величину маленькихъ булавочныхъ головокъ и желтоватый цвѣтъ. Послѣ довольно продолжительнаго времени покоя, внутри ихъ развиваются asci, въ которыхъ образуется по восьми споръ. Такимъ образомъ, Penicillium оказывается аскомицетомъ и закрытымъ

плодовымъ тѣломъ. Изъ образовавшихся въ аскусахъ споръ были получены кистевидные плодоносцы.

Примѣчаніе къ XXIII-му упражненію.

1) Brefeld, Schimmelpilze, Heft I, pag. 10; тамъ и прочая литература.
2) Brefeld, l. c. pag. 18.
3) Срав. Bainer, Ann. d sc. nat. Bot. VI sér. T. XI, pag. 345. Въ названной статьѣ и дальнѣйшія указанія относительно культуры мукоровыхъ.
4) Срав. de Bary, Ann. de sc.. nat Bot., IV sér., T. XX, pag. 32 и Beiträge zur Morph. u. Phys. der Pilze, Heft II, pag. 35.
5) Brefeld, Schimmelpilze. Heft. II.
6) Strasburger, Zellbild. u. Zellth. III Aufl., pag. 221.
7) Brefeld, l. c. pag. 39.

XXIV. Упражненіе.

Воспроизведеніе у грибовъ и лишайниковъ.

Въ маѣ и іюнѣ мѣсяцахъ на нижней поверхности листьевъ барбариса (Berberis vulgaris), часто встрѣчаются оранжеваго цвѣта бородавочки, которыя для невооруженнаго глаза представляются покрытыми мелкими точками. При разсматриваніи въ лупу, онѣ представляются въ видѣ подушечкообразныхъ, желтыхъ утолщеній, на которыхъ сидятъ маленькіе оранжевокрасные бокальчики. Соотвѣтственное мѣсто на верхней поверхности листа имѣетъ видъ красноватаго пятна съ желтою каемкою. При разсматриваніи въ лупу, большею частію замѣчаются на рединѣ такого пятна многочисленныя бурыя, съ оранжево красною каемкою точки. Подобныя одиночныя точки попадаются часто и по краямъ подушечекъ на нижней поверхности листа. Бокальчики на подушечкахъ нижней поверхности листа суть эцидіальные плодики Aecidium Berberidis, а соотвѣтственныя точки на пятнахъ верхней поверхности листа или у краевъ подушечекъ нижней поверхности листа — относящіеся къ нимъ спермогоніи. Тѣ и другіе вмѣстѣ составляютъ первое поколѣніе принадлежащаго къ эцидіомицетамъ или Uredineae обыкновеннаго ржавчиннаго гриба — Puccinia graminis, второе поколѣніе котораго развивается на нашихъ хлѣбахъ и другихъ злакахъ, вызывая у нихъ ржавчинную болѣзнь 1). — Изъ зараженнаго кусочка листа, вложеннаго въ бузинную сердцевину, дѣлаемъ тонкіе поперечные разрѣзы и разсматриваемъ ихъ сначала при слабомъ, а затѣмъ при болѣе сильномъ увеличеніи. Мы предпо-

лагаемъ, что у насъ имѣется для изслѣдованія свѣжій матеріалъ, но изслѣдованіе можетъ быть также произведено довольно удовлетворительно на размоченномъ матеріалѣ, и хорошо — на алкогольномъ матеріалѣ. Разрѣзъ, сдѣланный изъ свѣжаго листа, становится замѣчательно прозрачнымъ, если къ нему прибавить немного ѣдкаго кали. На незараженныхъ мѣстахъ листъ барбариса состоитъ, въ направленіи съ верху въ низъ, изъ: эпидермиса; одного слоя удлиненной палисадной паренхимы; около пяти рядовъ клѣточекъ рыхлой губчатой паренхимы; эпидермиса нижней стороны. Подушки ткани зараженныхъ участковъ имѣютъ толщину, болѣе чѣмъ въ двое превышающую толщину листа. Къ палисадному слою верхней поверхности, который нѣсколько болѣе удлиненъ, вообще же измѣненъ мало, примыкаетъ замкнутый участокъ ткани, который представляется болѣе или менѣе удлиненнымъ и въ перпендикулярномъ къ поверхности листа направленіи и который отличается отъ губчатой паренхимы сосѣднихъ частей листа слабымъ развитіемъ межклѣтныхъ пространствъ. Эпидермисъ обѣихъ поверхностей листа остается въ отношеніи своей формы, не измѣненнымъ. Содержимое всѣхъ этихъ клѣточекъ разрушено и состоитъ частію изъ капель масла, частію изъ зеленовато-желтыхъ или красноватыхъ капель и зернистыхъ массъ, происшедшихъ изъ хлорофильныхъ зеренъ и клѣточной плазмы. Вся ткань подушечки представляетъ межклѣтныя пространства, занятыя нѣжными, перегородчатыми, содержащими капельки масла, мѣстами развѣтвленными грибными гифами. Эти послѣднія доходятъ съ обѣихъ сторонъ до эпидермиса. Хлоръ-цинкъ-іодъ, равно какъ и іодъ и сѣрная кислота не окрашиваютъ ихъ въ синій цвѣтъ, такъ какъ грибной целлюлезъ вообще рѣдко обнаруживаетъ эту реакцію. Эцидіальные бокальчики, которые мы теперь имѣемъ передъ собою въ продольномъ разрѣзѣ, болѣе чѣмъ на половину погружены въ ткань подушечки. Легко убѣдиться, что гифы мицелія образуютъ подъ бокальчиками плотный, почти псевдопаренхиматическій слой, отъ котораго поднимаются перпендикулярно наружу и параллельно другъ другу многочисленныя, булавовидныя гифы, соединенныя между собою безъ промежутковъ и образующія такъ называемый гименій. Эти гифы, базидіи, переходятъ на своихъ концахъ въ прямые ряды споръ, которыя представляются возлѣ базидій безцвѣтными и, вслѣдствіе взаимнаго давленія, многогранными, но постепенно становятся оранжево-красными и округляются. Еще выше онѣ отдѣляются другъ отъ друга и выпадаютъ изъ открытаго плодика. Наблюденіе самыхъ молодыхъ споръ на базидіяхъ убѣждаетъ насъ вполнѣ, что послѣднія отдѣляются одна за другой посредствомъ поперечныхъ перегородокъ отъ продолжающей наростать верхушки базидіи. Однослойная стѣнка плода (перидій) состоитъ изъ весьма сходныхъ со спорами

клѣточекъ, которыя однако остаются многогранными и не отдѣляются одна отъ другой. Ихъ красивыя, мелкопористыя стѣнки утолщены особенно значительно съ наружной стороны. Развивающійся перидій вытѣсняетъ и разрушаетъ окружающую его ткань подушечки, прорываетъ эпидермисъ и выступаетъ наружу. Преимущественно на верхней сторонѣ листа находящіеся, грушевидные спермогоніи окружены, подобно эцидіальнымъ плодикамъ, нѣсколько менѣе плотнымъ сплетеніемъ гифъ, отъ котораго къ срединной линіи органа идутъ густо скученныя, параллельныя нити. Эти нити очень тонки и тѣ изъ нихъ, которыя находятся въ верхней части органа, выступаютъ наружу въ видѣ нѣжныхъ пучковъ. Эти нѣжныя нити—стеригмы, онѣ отшнуровываютъ на своихъ концахъ чрезвычайно мелкія, шаровидныя клѣточки, спермаціи, которыя выпоражниваются изъ органа наружу въ видѣ слизистой массы. Стеригмы содержатъ оранжево-красныя капельки масла, вслѣдствіе чего и весь органъ, особенно въ своихъ наружныхъ частяхъ, отличается этимъ цвѣтомъ. Спермаціи не проростаютъ, значеніе ихъ еще неизвѣстно; предполагали, что это мужскіе половые продукты и полагали, что образованію эцидіальнаго плодика предшествуетъ половой актъ. — Какъ уже было упомянуто, второе поколѣніе гриба живетъ на злакахъ. Онъ принадлежитъ къ «гетероэціальнымъ» паразитамъ, которые, въ отличіе отъ «аутоэціальныхъ» представляютъ чередованіе поколѣній, развивающихся на различныхъ питающихъ растеніяхъ. Доказать это удалось посредствомъ посѣва эцидіальныхъ споръ на молодыхъ росткахъ злаковъ [2]).

Форма Puccinia graminis, называемая Uredo, попадается въ природѣ слишкомъ часто, начиная съ половины іюня и до самой осени, на житѣ, пшеницѣ, ячменѣ, овсѣ, а также и на пыреѣ (Triticum repens). Она занимаетъ преимущественно стебли и влагалища листьевъ зараженныхъ растеній. Ее легко узнать по узкимъ, ржавчиннаго цвѣта или бурымъ слоевищамъ, параллельнымъ нервамъ. На листовыхъ влагалищахъ и соломинахъ полоски эти достигаютъ длины въ нѣсколько сантиметровъ. Эпидермисъ питающаго растенія прорывается и приподнимается выступающими наружу спорами. Сначала появляются ржавчинно-красныя уредоспоры, къ которымъ постепенно присоединяются бурыя телеутоспоры. Онѣ занимаютъ мѣсто уредоспоръ и наконецъ вполнѣ ихъ вытѣсняютъ, послѣ чего скопленіе становится темно-бурымъ, почти чернымъ. Къ концу лѣта встрѣчаются только однѣ телеутоспоры. — Если нѣтъ подъ рукою свѣжаго матеріала, то для изслѣдованія могутъ служить растенія, сохраняемыя въ алкоголѣ, и даже засушенныя. Сдѣлаемъ сначала поперечный разрѣзъ изъ соломины овса, зараженной ржавчинно-краснымъ Uredo. На поперечномъ разрѣзѣ легко

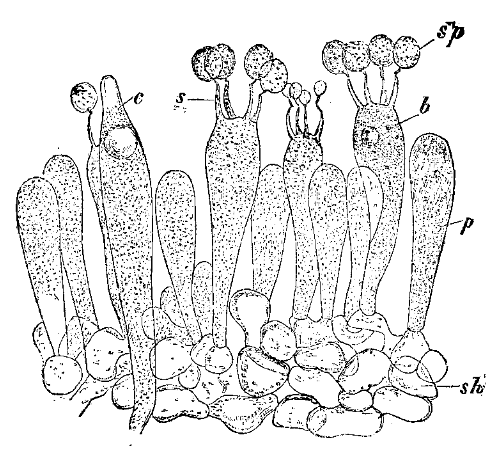
констатировать, что гифы гриба пронизываютъ только извѣстныя ткани питающаго растенія, именно хлорофиллоносныя, рыхлыя полосы тканей, которыя чередуются на периферіи стебля съ склеренхиматически утолщенными и которыя покрыты эпидермисомъ, имѣющимъ дыхательныя устьица. Здѣсь клѣточки густо оплетены гифами и содержимое ихъ разрушено. Мы видимъ, что въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ разрѣзъ прошелъ чрезъ слоевище, отъ мицелія отходятъ многочисленныя короткія и нѣжныя, наружу направляющіяся вѣтки, которыя отшнуровываютъ на своемъ вздутомъ концѣ одноклѣтную спору — уредоспору. Эпидермисъ разорванъ, края его приподняты. Споры представляютъ различныя степени развитія. Зрѣлыя имѣютъ продолговато-овальную форму и, при достаточно сильномъ увеличеніи, въ оболочкѣ ихъ можно различать два слоя. Внѣшній слой, болѣе темнаго бураго цвѣта, покрытъ многочисленными мелкими отросточками; внутренній, менѣе темный, снабженъ обыкновенно четырьмя порами, расположенными по экватору. Содержимое споры зернистое, во внутреннихъ частяхъ яркаго оранжево красного цвѣта.

Поперечные разрѣзы соломины, несущей слоевища съ темно-бурыми телеутоспорами, представляютъ такую же картину распредѣленія гифъ, какую мы видѣли раньше. Телеутоспоры развиваются на такихъ ножкахъ, какъ и уредоспоры, но только ножки ихъ имѣютъ болѣе толстыя стѣнки. Телеутоспоры двухклѣтны. Обѣ клѣточки вмѣстѣ составляютъ обратнояйцевидное тѣло, которое на обоихъ концахъ нѣсколько заостряется. Оболочка споры темно-бураго цвѣта. Растенія, изслѣдуемыя въ теченіи лѣта, могутъ имѣть на своемъ слоевищѣ одновременно и уредо- и телеутоспоры.

Въ дополненіе замѣтимъ, что эти телеутоспоры перезимовываютъ и становятся способными къ дальнѣйшему развитію только слѣдующей весною. Каждая изъ двухъ клѣточекъ производитъ нѣжный ростокъ, такъ называемый промицелій, который раздѣляется на нѣсколько клѣточекъ, дающихъ короткіе отростки, производящіе на своей верхушкѣ почковидныя «споридіи». Эти послѣднія могутъ заражать только листья барбариса; если споридія попала на такой достаточно молодой листъ, то ея ростокъ проникаетъ чрезъ наружную стѣнку эпидермиса прямо внутрь питающаго растенія. Мы видимъ такимъ образомъ, что путь черезъ дыхательныя устьица, которому слѣдуютъ ростки эцидіоспоръ и уредоспоръ, не есть единственный, что зараженіе можетъ происходить и другимъ путемъ.

Чтобы познакомиться съ строеніемъ гименія гименомицетовъ [3]), лучше всего взять одинъ изъ многочисленныхъ видовъ мухомора (Amanita), шампиньона (Psalliota) или сыроѣшки (Russula). Мы избираемъ здѣсь для описанія сыроѣшку, такъ какъ она

имѣетъ и цистиды, о которыхъ необходимо будетъ упомянуть.— Шляпка гриба представляетъ на нижней сторонѣ радіально расположенныя пластинки, на нихъ находится гименій. Вырѣзываемъ кусокъ шляпки параллельно направленію пластинокъ и дѣлаемъ изъ него перпендикулярные къ пластинкамъ поперечные разрѣзы, которые должны быть на сколько только возможно тонкими. Весь разрѣзъ выглядитъ въ видѣ гребешка, въ которомъ перерѣзанныя пластинки соотвѣтствуютъ зубьямъ. При слабомъ увеличеніи видно, что гифы переходятъ изъ шляпки въ пластинки, идутъ въ нихъ вдоль ихъ средины и, вѣтвясь все болѣе и болѣе, даютъ вѣтви, которыя косвенно отгибаются къ бокамъ пластинки и въ свою очередь вѣтвятся. Часть этихъ вѣтокъ расширяется булавовидно и заканчивается слѣпо. Большая часть ихъ тонка и образуетъ, снаружи булавовидныхъ вѣтокъ, плотный слой ткани, состоящій изъ короткихъ, кругловатыхъ члениковъ и называемый субгименіальнымъ слоемъ. Онъ отличается болѣе или менѣе рѣзко отъ внутренней массы ткани въ пластинкѣ, отъ «трамы». Булавовидно расширенныя клѣточки трамы служатъ, вѣроятно, для придачи ей большей упругости. Отъ субгименіальной ткани отходятъ базидіи и парафизы (фиг. 90). Онѣ параллельны другъ другу, сидятъ перпендикулярно на бокахъ пластинокъ и составляютъ гименій. Базидіи (*b*) имѣютъ булавовидную форму. Ихъ нѣсколько плоская верхушка производитъ четыре равномѣрно расположенныя вѣтки — стеригмы (*c*). Послѣднія постепенно выростаютъ на своихъ концахъ въ эллипсоидальныя споры — базидіоспоры (*sp*). Въ большинствѣ случаевъ, даже и по достиженіи полной величины, базидіеспоры имѣютъ гладкую оболочку, но у нѣкоторыхъ видовъ Russula (срав. фиг. 90) поверхность споры покрыта короткими иглами. Позже споры отдѣляются отъ стеригмы перегородкою и, наконецъ, отпадаютъ. Отграниченіе перегородкою и отпаденіе происходитъ немного ниже расширѣнія споры, въ томъ мѣстѣ, въ которомъ стеригма обнару-

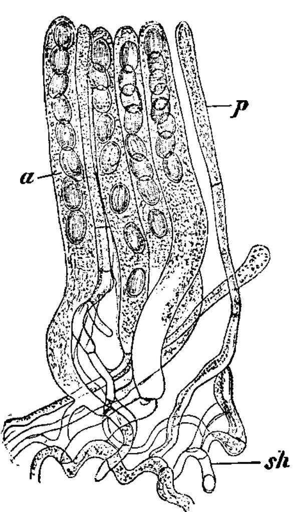


Фиг. 90. Russula rubra. Часть гименія. *sh*—субгимен:альный слой; *b*—базидіи; *s*—стеригмы; *sp*—споры; *p*—парафизы; *c*—цистидъ. Увел. 540.

живаетъ не большой изгибъ. Такимъ образомъ, отброшенная спора снабжена короткою ножкою. Меньшія базидіи, остающіяся безплодными, представляютъ собою парафизы (*p*). Во всѣхъ описанныхъ до сихъ поръ отношеніяхъ съ сыроѣшкою сходны и мухоморы, и шампиньоны. Но у сыроѣшки между базидіями и парафизами встрѣчаются еще одиночныя «цистиды», образованія такой же величины, какъ и базидіи, которыя своимъ заостреннымъ концомъ нѣсколько выдаются надъ поверхностію гименія, а съуженнымъ основаніемъ проходятъ чрезъ субгименіальную ткань, представляясь непосредственными вѣтками срединныхъ элементовъ трамы. Всѣ выше названные элементы отдѣлены у своего основанія перегородкою, наполнены мелкозернистою плазмою и содержатъ, нерѣдко, отдѣльныя капли масла.

Чтобы познакомиться со строеніемъ высокоразвитаго гименомицета, лучше всего обратиться къ съѣдобному сморчку, Morchella esculenta. Для изслѣдованія могутъ быть употреблены даже высушенные экземпляры, которые необходимо предварительно размочить. Конечно, свѣжіе должно предпочесть. Всѣмъ извѣстный сморчокъ имѣетъ неправильно яйцевидной формы плодоносецъ, снабженный ножкою. Внутри плодоносца находится простая полость, а верхняя, расширенная часть его покрыта глубокими складками. Углубленныя площадки или камеры покрыты гименіальною тканью, между тѣмъ какъ на выдающихся, наружу выставленныхъ ребрахъ подобная ткань не развивается. Соотвѣтственные разрѣзы, которые должны быть сдѣланы перпендикулярно къ поверхности какой нибудь камеры, получаются очень легко. Гименій состоитъ изъ приблизительно параллельныхъ споровыхъ мѣшковъ (asci) и соковыхъ нитей (парафизъ) (фиг. 91). Мѣшки (*a*) имѣютъ почти цилиндрическую форму и содержатъ въ своей верхней части восемь сближенныхъ, эллипсоидальныхъ, одноклѣтныхъ споръ. Кромѣ споръ, въ аскусѣ находится еще частію сильно преломляющая свѣтъ эпиплазма. Парафизы представляются въ видѣ буроватыхъ, кверху нѣсколько утолщающихся, перегородчатыхъ нитей; верхняя клѣточка ихъ отличается особенно значительною длиною. Онѣ короче аскусовъ. Аскусы и парафизы представляютъ собою концы гифъ, выходящихъ изъ густаго и плоскаго слоя субгеменіальной ткани. Этотъ послѣдній слой лежитъ на болѣе рыхломъ, внутреннемъ сплетеніи гифъ плодоносца. Растворъ іода въ іодистомъ кали окрашиваетъ эпиплазму аскусовъ въ красно-бурый цвѣтъ. Эта реакція характерна для эпиплазмы, а въ новѣйшее время было показано, что это реакція гликогена [4]). Характеристическія свойства этой реакціи обнаруживаются при нагрѣваніи. Къ лежащему въ водѣ препарату, окрашенному растворомъ іода въ іодистомъ кали, прибавляютъ еще воды, но не слишкомъ много, чтобы не обезцвѣтить препаратъ, затѣмъ осторож-

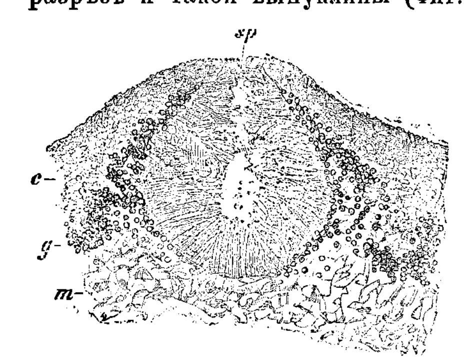
но нагрѣваютъ, не доводя до температуры кипѣнія, и смотрятъ надъ бѣлою бумагою, не сдѣлалась ли окраска свѣтлѣе; и если это произошло, то препаратъ быстро охлаждаютъ, причемъ снова возстановляется болѣе темная окраска, что на большихъ препаратахъ замѣтно уже и для невооруженнаго глаза [5]). При помощи окрашиванія посредствомъ раствора іода въ іодистомъ кали удается иногда прослѣдить основаніе аскусовъ довольно глубоко въ субгименіальной ткани. Одновременно содержимое споръ, парафизъ, субгименіальной ткани и тканей внутри плодоносца окрашивается въ желтый или желто-бурый цвѣтъ.



Фиг. 91. Часть гименія изъ Morchella esculenta. *a* — asci; *p*—парафизы; *sh*—субгименіальная ткань. Увел. 240.

Грибы слоевища лишайниковъ, за весьма рѣдкими исключеніями, принадлежатъ къ аскомицетамъ. Уже извѣстная намъ Anaptychia ciliaris даетъ обильное плодоношеніе. Апотеціи имѣютъ блюдцеобразную форму и покровъ, развивающійся изъ слоевища. Подъ апотеціемъ это послѣднее съужается въ подобіе ножки. Поперечный разрѣзъ этой ножки обнаруживаетъ радіальное строеніе, равномѣрной толщины кору и слѣдующій за нимъ равномѣрный гонидіальный слой, расположенный по всей окружности. Внутренняя часть ножки занята сердцевиной, которая состоитъ изъ болѣе рыхлаго сплетенія гифъ.—Сдѣлаемъ теперь срединно-продольные разрѣзы апотеція. Послѣдніе представляютъ намъ покровъ (Gehäuse), образуемый тканью слоевища. Гонидіальный слой достигаетъ до самаго края, который выростаетъ мѣстами въ рѣсничные отростки. Ножка апотеція расширяется блюдцеобразно, чтобы воспринять гименій, лежащій на его сердцевинной ткани. Гименій отличается нѣсколько буроватою окраскою. Онъ состоитъ изъ весьма многочисленныхъ, длинныхъ, чрезвычайно узкихъ, перегородчатыхъ нитей—парафизъ; между ними находятся гораздо менѣе многочисленные булавовидные мѣшечки — asci. Послѣдніе бываютъ всегда различнаго возраста, въ иныхъ находится восемь споръ, съ бурыми стѣнками. Споры эти имѣютъ эллипсоидальную форму, двухклѣтны, съ слабымъ пережимомъ на границѣ двухъ клѣточекъ. Парафизы, равно какъ и asci, отходятъ отъ одинаковой съ ними окраски нитчатаго, горизонтально простирающагося, незначительной толщины слоя, который различаютъ подъ именемъ субгименіальнаго. Этотъ послѣдній лежитъ уже на сердцевинной

ткани ножки, отъ которой онъ отличается своею бурою окраскою и отсутствіемъ воздухоносныхъ пространствъ. Въ то время какъ гифы слоевища, какъ мы видѣли, не обнаруживаютъ синей окраски даже отъ дѣйствія хлоръ-цинкъ-іода, гименіальная ткань окрашивается въ темносиній цвѣтъ уже отъ прибавленія небольшаго количества раствора іода въ іодистомъ кали. Стѣнки гименіальныхъ элементовъ состоятъ изъ особаго видоизмѣненія целлюлеза, которое отличаютъ подъ именемъ крахмальнаго целлюлеза. — Если слоевище Anaptychia ciliaris разсматривать въ лупу, то въ нѣкоторыхъ его мѣстахъ замѣчаются одиночныя или расположенныя группами бородавкообразныя выпуклины. Если изъ такихъ мѣстъ сдѣлать большое число нѣжныхъ поперечныхъ разрѣзовъ, то удается, конечно, сдѣлать разрѣзъ и такой выпуклины (фиг. 92). Она представится въ такомъ случаѣ въ видѣ яйцевиднаго, погруженнаго въ слоевище и открывающагося наружу отверстіемъ образованія, которое мы должны признать спермогоніемъ. Оно занимаетъ почти всю толщу слоевища, окружено съ боковъ гонидіальнымъ слоемъ и состоитъ внутри изъ нѣжныхъ, короткочленныхъ, почти радіальныхъ, одиночныхъ или расположенныхъ пучками нитей, стеригмъ (срав. фигуру). Продольная ось органа занята цилиндрическою полостью, въ которой скопляются палочковидныя спермаціи, отдѣляемыя концами стеригмъ. Черезъ верхнее отверстіе спермогонія спермаціи могутъ затѣмъ выйдти наружу. Было доказано, что у Collemaceae спермаціи являются мужскимъ половымъ продуктомъ [6]), у другихъ-же лишайниковъ значеніе ихъ еще неизвѣстно.



Фиг. 92. Поперечный разрѣзъ изъ слоевища Anaptychia ciliaris, прошедшій чрезъ средину спермогонія *sp*; *c* коровый слой, *m* сердцевинный слой, *g* гонидіальный слой слоевища. Увелич. 90.

Примѣчаніе къ XXIV-му упражненію.

[1]) Срав. de Bary, Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Berlin für das Jahr. 1865, pag. 15. Kny, Bot. Wandtafeln. pag. 68. Frank., die Krankh. d. Pfl. pag. 454.

[2]) de Bary, Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin für das Jahr 1866, pag. 206.

³) Срав. de Bary: Morph. u. Phys. der Pilze, pag. 112; Goebel, Grundzüge, pag. 143. Въ обоихъ сочиненіяхъ указана прочая литература.

⁴) Leo Errera, L'épiplasme des Ascomycètes 1882. Здѣсь и литература относительно эпиплазмы.

⁵) l. c. pag. 45.

⁶) Stahl, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten, Heft II, 1877.

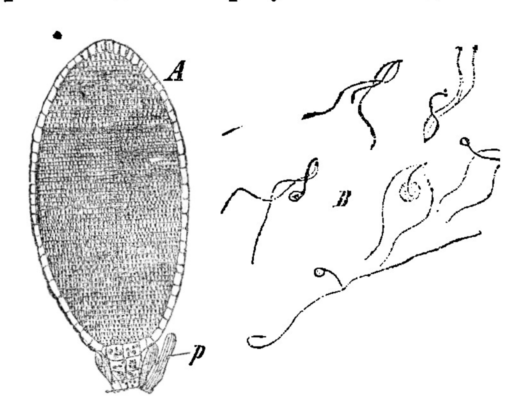
XXV. Упражненіе.

Воспроизведеніе у мховъ.

Извѣстная уже намъ Marchantia polymorpha, принадлежащяя къ группѣ печеночныхъ мховъ, быстро размножается вегетативнымъ способомъ, посредствомъ своихъ выводковыхъ почекъ. Послѣднія вообще весьма распространены у печеночниковъ, но у только что названнаго онѣ являются въ наиболѣе характерной формѣ. Выводковыя почки развиваются на спинной сторонѣ слоевища въ чашкообразныхъ вмѣстилищахъ. Срединно-продольный разрѣзъ подобной чашечки, проведенный параллельно длинной оси несущаго ее побѣга, показываетъ, что она кверху сначала нѣсколько съуживается, а затѣмъ сразу расширяется, образуя внѣшній край. Ткань, образующая воздушныя полости, простирается во внѣшнюю стѣнку чашечки, достигая нѣсколько выше начала наружнаго расширенія. Дно чашечки занято одноклѣтными булавовидными волосками, оболочки которыхъ разбухаютъ въ слизь. Между булавовидными волосками изрѣдка попадаются и двуклѣтные [1]), а также и такіе, которыхъ верхняя клѣточка раздѣлилась въ поперечномъ направленіи еще разъ. Нижняя клѣточка не дѣлится и составляетъ ножку; клѣточки, происходящія изъ верхней, вскорѣ раздѣляются продольно. Число клѣточекъ въ зачаткахъ постепенно увеличивается, поверхность послѣднихъ дѣлается больше и они становятся по срединѣ многослойными. Другіе зачатки въ тоже время уже достигли своего окончательнаго, бисквитообразнаго состоянія. Ихъ одноклѣтная ножка легко разрывается. Отдѣленіе выводковыхъ почекъ и ихъ выпоражниваніе изъ чашечки происходитъ при помощи сильно разбухающей слизи, производимой одноклѣтными булавовидными волосками на днѣ чашечки. На днѣ обѣихъ боковыхъ выемокъ бисквитообразной выводковой почки находится по одной точкѣ роста, прикрытой короткими волосками. Клѣточки выводковой почки богаты содержаніемъ хлорофилла, но на обѣихъ поверхностяхъ замѣчаются и большія, безхлорофильныя клѣточки, которыя распола-

гаются ближе къ срединѣ, но вообще безъ всякаго опредѣленнаго порядка. Нѣкоторыя клѣточки, лежащія близь края, содержатъ маслянистыя тѣла. Большія, безхлорофильныя клѣточки, это именно тѣ, изъ которыхъ, черезъ одинъ или два дня послѣ высѣванія выводковыхъ почекъ, развиваются корневые волоски, при томъ именно на затѣненной сторонѣ, между тѣмъ какъ освѣщенная сторона становится морфологически верхнею [2]).

Половые органы маршанціевыхъ располагаются въ особыхъ вмѣстилищахъ (receptacula), которыя мы разсмотримъ у той же Marchantia polymorpha [3]). Мужскія и женскія вмѣстилища легко различаются, такъ какъ первыя представляютъ щитовидныя, вторыя — зонтиковидныя образованія. Органы различнаго пола распредѣляются на различныхъ растеньицахъ; вмѣстилища, вмѣстѣ съ ихъ ножками, представляютъ собою видоизмѣненныя вѣтви. Заключивъ въ бузинную сердцевину, дѣлаемъ нѣжные продольные разрѣзы женскаго вмѣстилища и видимъ, что верхняя его поверхность имѣетъ такое же строеніе, какъ и спинная сторона слоевища, и что, равнымъ образомъ, нижняя его сторона соотвѣтствуетъ брюшной сторонѣ слоевища и снабжена ризоидами и чешуйками. Но на верхней сторонѣ, въ особыхъ полостяхъ, помѣщаются антеридіи (фиг. 93, *A*). На удачныхъ разрѣзахъ убѣждаемся, что въ каждой полости находится только одинъ антеридій съ нѣсколькими короткими, одноклѣтными парафизами (*p*); полость замыкается, оставляя надъ антеридіемъ узкій каналъ. Антеридій представляетъ сидящее на короткой ножкѣ овальное тѣло, имѣющее однослойную, содержащую хлорофиллъ стѣнку. Спеціальныя материнскія клѣточки сперматозоидовъ образуются вслѣдствіе повторенныхъ дѣленій по двумъ пересѣкающимся подъ прямымъ угломъ направленіямъ, вслѣдствіе чего даже въ почти зрѣломъ антеридіѣ онѣ расположены прямолинейными поперечными и продольными рядами (срав. фигуру). Незадолго до наступленія зрѣлости антеридія, спеціальныя материнскія клѣточки сперматозоидовъ, округлясь, разъединяются, стѣнка антеридія прорывается на вершинѣ и маленькія, круглыя клѣточки выхо-

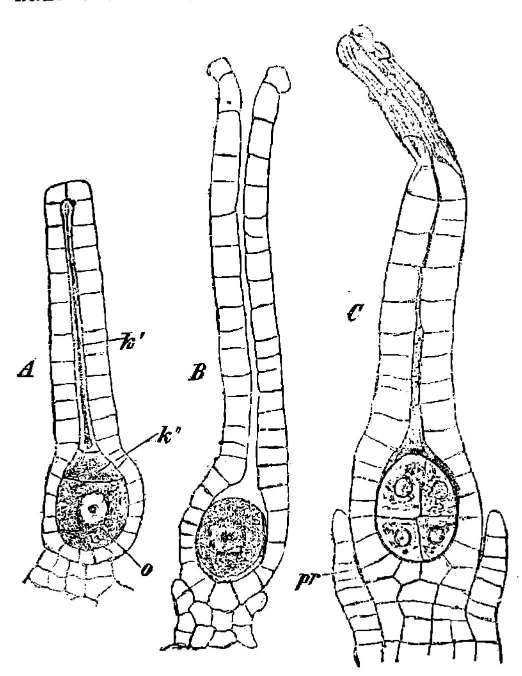


Фиг. 93. Marchantia polymropha. *A* почти зрѣлый антеридій въ оптическомъ разрѣзѣ, *p* парафизы. *B* сперматозоиды, фиксированные 1% осміевой кислотою. *A* увел. 90, *B* 600 разъ.

дятъ наружу. Если помѣстить каплю воды на верхнюю поверхность взрослой шляпки, то увидимъ, что вода быстро распространится по всей ея поверхности и дѣлается молочно-бѣлою. Изслѣдованіе этой воды при сильномъ увеличеніи обнаруживаетъ въ ней множество сперматозоидальныхъ клѣточекъ. Онѣ лежатъ нѣкоторое время покойно, причемъ оболочка клѣточки разбухаетъ, наконецъ прорывается и сперматозоидъ выходитъ въ окружающую воду. Сперматозоиды сравнительно весьма малы, имѣютъ нитевидное тѣло и двѣ длинныя рѣсницы, къ заднему концу прикрѣпленъ пузырекъ, который они теряютъ во время плаванія. Чтобы ихъ ясно видѣть, къ препарату прибавляютъ каплю 1% осміевой кислоты, послѣ чего прекрасно фиксированныя образованія удобно изучать (фиг. 93, *B*). Такого же результата достигаемъ, прибавляя немного раствора іода въ іодистомъ кали.

Женское вмѣстилище, подобно мужскому, образуетъ радіально распростертое соцвѣтіе, и обыкновенно бываетъ именно девять лучей, между которыми прикрѣпляется, съ нижней стороны вмѣстилища, восемь рядовъ архегоніевъ. Въ сравненіи съ мужскимъ вмѣстилищемъ, здѣсь замѣчательно то отличіе, что половые органы располагаются на нижней сторонѣ, но это явленіе находится въ связи съ весьма раннимъ перемѣщеніемъ точекъ возрастанія на нижнюю сторону вмѣстилища. Подъ препарирнымъ микроскопомъ можно убѣдиться въ томъ, что каждый рядъ архегоніевъ окруженъ общимъ, однослойнымъ покрываломъ съ бахромчатымъ краемъ. Дѣлаемъ между большимъ и указательнымъ пальцами нѣжные продольные разрѣзы изъ сравнительно молодаго вмѣстилища и безъ труда находимъ на нѣкоторыхъ изъ нихъ женскіе половые органы, архегоніи. Самые старые помѣщаются у края, послѣдовательно болѣе молодые — все ближе и ближе къ ножкѣ. Первые, т. е. созрѣвающіе архегоніи, имѣютъ шейку, которая загибается около края пластинки вверхъ, слѣдующіе направляются прямо книзу. Въ приблизительно зрѣломъ архегоніѣ (фиг. 94, *A*) можно различать короткую ножку, брюшную часть и шейку. Стѣнка брюшной части, какъ и на ножкѣ, однослойна. Центральная клѣточка брюшной части заполнена яйцомъ и брюшноканальчиковою клѣточкою, которая отдѣляется отъ яйца незадолго до созрѣванія. Въ яйцѣ легко можно видѣть клѣточное ядро. Вдоль шейки проходитъ каналъ шейки, происшедшій изъ четырехъ, въ одинъ рядъ расположенныхъ, шейноканальчиковыхъ клѣточекъ, поперечныя стѣнки которыхъ растворяются. Дезорганизованное содержимое четырехъ шейноканальчиковыхъ сливается въ одно цѣлое. — Между архегоніями замѣчаются многочисленныя, мелкія, листовидныя чешуйки, отходящія отъ вмѣстилища. Равнымъ образомъ на многихъ препаратахъ можно видѣть

однослойную поверхность бахромчатаго покрывала, защищающаго цѣлый рядъ архегоніевъ. Во многихъ клѣточкахъ покрывала лежатъ маслянистыя тѣла.



Фиг. 94. Marchantia polymorpha. *A* молодой, *B* открытый архегоній; *C* оплодотворенный архегоній, въ которомъ началось развитіе зародыша. *k'* шейнокальчиковая клѣточка; *k''* брюшнокальчиковая клѣточка; *o* яйцо; *pr* Perianthium. Увел. 540.

Сравнительно легко наблюдать непосредственно подъ микроскопомъ открываніе архегонія. Быстро изготовляютъ продольные разрѣзы женскаго соцвѣтія, еще сидящаго на короткой ножкѣ, кладутъ ихъ сухими подъ покровное стеклышко и разсматриваютъ подъ микроскопомъ. Если найденъ архегоній, который можно признать созрѣвшимъ, то, продолжая наблюдать, пускаютъ каплю воды подъ край покровнаго стеклышка. Когда вода достигнетъ архегонія, послѣдній открывается почти немедленно. Причина открыванія заключается въ сильномъ разбуханіи содержимаго, находящагося въ каналѣ шейки. Клѣточки шейки разступаются на вершинѣ шейки. Содержимое шейноканальчиковыхъ клѣточекъ выступаетъ наружу, за нимъ слѣдуетъ содержимое брюшноканальчиковой клѣточки. Гомогенная часть этого содержимаго состоитъ изъ сильно разбухающей слизи, которая распускается въ окружающей водѣ, зернистыя массы содержимаго лежатъ въ окружающей водѣ и медленно разрушаются. Вслѣдъ за опоражниваніемъ брюшноканальчиковой клѣточки округляется яйцо въ центральной клѣточкѣ брюшной части (фиг. 94, *B*). У его передняго края часто, но не всегда, можно бываетъ видѣть болѣе свѣтлое мѣсто, воспріемлющее пятно. У этого растенія можно легко наблюдать и проникновеніе сперматозоидовъ въ каналъ шейки. Съ этою цѣлью къ препарату прибавляютъ вмѣсто чистой воды такую, которая предварительно пробыла нѣкоторое время на зрѣломъ мужскомъ вмѣстилищѣ. Сперматозоиды соби-

раются вскорѣ въ выдѣляемой архегоніемъ слизи и можно видѣть ихъ прохожденіе въ шейку, гдѣ они становятся незамѣтными. Архегоній выдѣляетъ вещество, которое оказываетъ на сперматозоиды химическое раздраженіе и обусловливаетъ направленіе ихъ движенія. Такимъ образомъ они попадаютъ въ слизь, вышедшую изъ архегонія, въ которой медленно подвигаются по направленію къ отверстію шейки. — Интересно констатировать, что въ неоплодотворенномъ архегоніѣ шейка не замыкается, но, оставаясь въ такомъ состояніи, медленно погибаетъ. Напротивъ, если къ препарату прибавлена вода, содержащая сперматозоиды и произошло оплодотвореніе яйца, то шейка замыкается, съуживаясь въ направленіи съ верху въ низъ, уже по прошествіи немногихъ часовъ. Черезъ 24 часа легко замѣтить на оплодотворенномъ яйцѣ присутствіе целлюлезной оболочки. Въ послѣдующіе затѣмъ дни толщина этой целлюлезной оболочки еще возрастаетъ.

Оплодотворенные архегоніи, попадающіеся на продольныхъ разрѣзахъ, представляютъ сморщенную и побурѣвшую шейку, между тѣмъ какъ яйцо подѣлилось (фиг. 94, *C*). Вокругъ основанія архегонія, изъ его ножки, начинаетъ развиваться бокальчатый покровъ (*pr*), такъ называемый околоцвѣтникъ (Perianthium). Вскорѣ онъ покрываетъ весь утолстившійся архегоній. На продольныхъ разрѣзахъ такихъ вмѣстилищъ, у которыхъ лучи приподнялись уже въ верхъ, можно видѣть яркозеленые, утолщенные архегоніи, сидящіе своимъ соотвѣтственно расширившимся основаніемъ на поверхности вмѣстилища и несущіе на своей вершинѣ остатокъ шейки. — Изъ оплодотвореннаго яйца постепенно развивается спорогоній, который мы наконецъ обнаруживаемъ на продольныхъ разрѣзахъ, сдѣланныхъ изъ еще болѣе старыхъ вмѣстилищъ. Эти спорогоніи представляютъ овальную, желтовато-зеленую коробочку, сидящую на короткой ножкѣ. Стѣнка этой коробочки однослойна, и если ее расправить иглами и разсмотрѣть при болѣе сильномъ увеличеніи, то замѣчаются характерныя кольчатыя утолщенія вообще въ тонкостѣнныхъ клѣточкахъ. Споры, имѣющія желтыя стѣнки, покрыты мелкими точками. Между спорами лежатъ узкія, длинныя, на концахъ заостренныя клѣточки, на стѣнкахъ которыхъ находятся двѣ бурыя спиральныя ленты; это пружинки или элятеры. Внутренность коробочки наполнена исключительно спорами и элятерами. На открывшихся уже коробочкахъ убѣждаемся, что ихъ открываніе происходитъ на вершинѣ, посредствомъ многихъ назадъ отгибающихся зубцовъ. Элятеры отличаются сильною гигроскопичностію, изгибаются въ различныхъ направленіяхъ при измѣненіяхъ влажности атмосферы и, такимъ образомъ, способствуютъ разсѣванію споръ. — Половые органы помѣщаются на особыхъ вмѣстилищахъ не у всѣхъ маршанці-

евыхъ, у другихъ же печеночниковъ вмѣстилищъ совершенно не бываетъ. Зато у этихъ послѣднихъ часто случается, что ножка спорогонія сильно вытягивается и, высоко приподнимая коробочку со спорами, споспѣшествуетъ разсѣванію споръ,

Антеридіи лиственныхъ мховъ лучше всего изслѣдовать у такого рода, который имѣетъ характернаго вида мужскіе «цвѣты». Возьмемъ представителя рода Mnium, напр. повсемѣстно распространенный Mnium hornum, который весьма сильно «цвѣтетъ» въ маѣ, и въ одно и тоже время доставляетъ для изслѣдованія и женскіе «цвѣты», и спорогоніи. Мужскіе цвѣты, конечно, гораздо характернѣе женскихъ, которые часто приходится долго искать. Мужскіе цвѣты темнозеленные, въ видѣ кружка, окруженнаго розеткою листьевъ, называемыхъ покровными или перигоніальными листьями. По направленію къ срединѣ цвѣтка величина этихъ листьевъ быстро уменьшается. Въ пазухахъ внѣшнихъ, но преимущественно внутреннихъ покровныхъ листьевъ находятся многочисленные антеридіи и парафизы, покрывающіе также и всю верхушку оси. Это легко обнаруживается на срединно-продольныхъ разрѣзахъ цвѣтовъ, которые лучше всего дѣлать между пальцами, направляя верхушку цвѣтка при рѣзаніи книзу. На такихъ продольныхъ разрѣзахъ видно, что цвѣточная ось, въ мѣстахъ прикрѣпленія половыхъ органовъ, представляетъ цвѣтоложеобразное расширеніе, по срединѣ даже нѣсколько углубленное. Центральный проводящій пучокъ, свойственный видамъ Mnium, соотвѣтственно расширяется и заканчивается въ хлорофиллоносной ткани, которая распредѣляется подъ цвѣтоложемъ. Антеридій и парафизы можно сейчасъ же узнать и строеніе ихъ легко разсмотрѣть. Антеридіи представляютъ собою булавовидныя, къ обоимъ концамъ нѣсколько утончающіяся, сидящія на короткихъ ножкахъ тѣла. Клѣточки ихъ стѣнокъ содержатъ многочисленныя хлорофильныя зерна. Тамъ, гдѣ разрѣзъ вскрылъ антеридій, видно, что стѣнка его однослойна. Внутренняя часть состоитъ изъ маленькихъ, безцвѣтныхъ клѣточекъ, стѣнки которыхъ на болѣе молодыхъ стадіяхъ развитія ясно обнаруживаютъ прямоугольное пересѣченіе. Выступающее наружу содержимое болѣе старыхъ, вскрытыхъ разрѣзомъ антеридіевъ, представляется состоящимъ изъ округленныхъ, но еще склеенныхъ между собою клѣточекъ, сперметозоидальныхъ клѣточекъ, въ которыхъ часто уже можно бываетъ различать нитевидное тѣло сперматозоида. Хлорофильныя зерна антеридіевъ, съ созрѣвающею верхушкою, получаютъ буроватый оттѣнокъ. Опорожненные антеридіи открыты на верхушкѣ. Парафизы представляются намъ въ видѣ простыхъ, состоящихъ изъ клѣточекъ нитей, клѣточки которыхъ по направленію къ верху постепенно увеличиваются, а затѣмъ опять (по крайней мѣрѣ самая верхняя) уменьшаются, причемъ верх-

няя клѣточка всегда бываетъ заостренною. Въ нижнихъ частяхъ парафизъ, иногда и значительно выше, стѣнки клѣточекъ имѣютъ бурую окраску; клѣточки содержатъ хлорофиллъ. Поперечные разрѣзы нижнихъ частей цвѣтка обнаруживаютъ весьма хорошо распредѣленіе антеридіевъ, ихъ отношеніе къ покровнымъ листьямъ и парафизамъ и даютъ въ тоже время многочисленные поперечные разрѣзы антеридіевъ.

Окрашенные въ красный цвѣтъ и тоже въ маѣ находимые, мужскіе цвѣты видовъ Polytrichum еще характернѣе мужскихъ цвѣтовъ Mnium. Для изслѣдованія избираемъ Polytrichum juniperinum. Наружные покровные листья, образующіе околоцвѣтникъ, отличаются отъ обыкновенныхъ листьевъ кромѣ окраски, еще и тѣмъ, что ихъ однослойная влагалищная часть доходитъ до самой верхушки листа. Образованіе зеленыхъ пластинокъ, характерныхъ для Polytrichum, свойствено только самой верхней части листа и ограничивается почти исключительно нервами. На быстро уменьшающихся, занимающихъ средину цвѣтка, красно-бурыхъ покровныхъ листьяхъ зеленыя пластинки развиваются только на самыхъ кончикахъ, которые круто отогнуты наружу. Такимъ образомъ листъ оказывается редуцированнымъ до такой степени, что состоитъ почти изъ одной только влагалищной части. Антеридіи и парафизы находятся въ пазухахъ покровныхъ листьевъ. Средина цвѣтка занята вегетативною почкою, въ которую продолжается центральный пучокъ стебелька. Вслѣдствіе этого позднѣе происходитъ проростаніе мужского цвѣтка, нормальное для Polytorichum. Антеридіи имѣютъ такое строеніе, какъ и у Mnium. Парафизы, нижняя часть которыхъ представляется въ видѣ длинной клѣтчатой нити, расширяются на вершинѣ въ лопаткообразную, однослойную клѣтчатую плоскость. Если мужской цвѣтокъ сдавить немного между пальцами, то содержимое антеридіевъ выступаетъ въ видѣ молочной слизи, которая ясно видна на красномъ фонѣ.

Женскіе цвѣтки Mnium hornum далеко не такъ характерны, какъ мужскіе, и ихъ часто приходится долго искать. Растеньица съ такими цвѣтами гораздо ниже мужскихъ и имѣютъ болѣе темные листья. Верхніе листья смыкаются почкообразно и защищаютъ женскіе половые органы, архегоніи. Верхушка цвѣточной оси, какъ показываетъ срединно-продольный разрѣзъ, хотя довольно значительно расширена, но сильно притуплена, изъ чего мы можемъ заключить, что имѣемъ дѣло съ женскимъ цвѣткомъ, хотя бы намъ и не удалось сразу отыскать архегоніи. Центральный проводящій пучокъ стебелька подъ цвѣтоложемъ нѣсколько утолщается и заканчивается, какъ и подъ мужскимъ цвѣткомъ, въ хлорофиллоносной ткани. Покровныя листья, образующіе женскій перигонъ (называемый также Perigynium,

а въ гермафродитныхъ цвѣтахъ — Perigamium), уменьшаются по направленію къ срединѣ цвѣтка, сохраняя характеръ листьевъ; верхушка цвѣтка занята только немногими архегоніями, такъ что нужно сдѣлать настоящій срединный разрѣзъ, чтобы ихъ обнаружить. Архегоніи въ существенныхъ чертахъ построены также, какъ и у печеночныхъ мховъ, но ножка ихъ развита гораздо сильнѣе, книзу только немного съуживается и составляетъ главную массу нижней половины архегонія. Яйцо представляется поэтому относительно малымъ. Его надо искать у самаго начала шейки, которая только немного у́же брюшной части. Вслѣдствіе содержанія хлорофилла въ клѣточкахъ, архегоній мало прозраченъ, поэтому яйцо и канальчиковыя клѣточки шейки обнаруживаются большею частію только послѣ прибавленія ѣдкаго кали. Въ пазухахъ покровныхъ листьевъ находятся многочисленныя парафизы. Онѣ состоятъ изъ ряда короткихъ, кверху немного увеличивающихся клѣточекъ. Самыя нижнія клѣточки этихъ парафизъ бываютъ часто бураго цвѣта.

Займемся теперь изученіемъ спорогонія того-же Mnium hornum. Спорогоній, такъ называемый плодъ мха, состоитъ изъ ножки (seta) и коробочки. Основаніемъ ножки онъ погруженъ въ ткань материнскаго растенія. Колпачекъ (calyptra), происшедшій изъ увеличившагося архегонія и покрывающій молодую коробочку, въ данномъ случаѣ сбрасывается очень рано и потому его большею частію трудно бываетъ отыскать. Съ одной стороны онъ разсѣченъ до самой вершины и состоитъ изъ одного, частію-же изъ двухъ слоевъ удлиненныхъ клѣточекъ. Съуженная верхушка заканчивается бурымъ остроконечіемъ, соотвѣтствующимъ шейкѣ архегонія. У основанія, въ томъ мѣстѣ, въ которомъ онъ былъ оторванъ растущимъ спорогоніемъ, онъ представляется какъ-бы обрѣзаннымъ. Верхушку коробочки, съ которой сброшенъ колпачекъ, занимаетъ крышечка, снабженная короткимъ носикомъ. Посредствомъ иголъ крышечку легко можно снять, причемъ обнаруживается усаженный зубцами край коробочки — урны. Зубцы составляютъ перистомъ. Верхняя часть ножки, переходящая въ коробочку, называется апофизою. Въ данномъ случаѣ эта послѣдняя отдѣляется отъ коробочки посредствомъ незначительной перетяжки и отличается отъ нея своею бурою окраскою. У нѣкоторыхъ лиственныхъ мховъ, напримѣръ у Splachnaceae, апофиза развита гораздо сильнѣе коробочки. Чтобы познакомиться прежде всего съ строеніемъ перистома, дѣлаемъ поперечный разрѣзъ коробочки. проводя разрѣзъ непосредственно подъ краемъ урны, снимаемъ этотъ край и помѣщаемъ его на предметной пластинкѣ, зубцами вверхъ. Отодвигаемъ зеркало микроскопа въ сторону и разсматриваемъ его при верхнемъ освѣщеніи. При этомъ можно употреблять только слабыя увеличенія. Такимъ образомъ убѣждаемся, что

зубцы прикрѣпляются къ внутреннему краю урны, что они клиновидно заострены и поперечно полосаты. Если во время наблюденія подышать немного на объектъ, то увидимъ, что зубцы загибаются внутрь. Они гигроскопичны, загибаются въ сырую погоду внутрь и, такимъ образомъ, замыкаютъ открытую коробочку, между тѣмъ какъ въ сухую погоду они разгибаются наружу, снова открывая коробочку. Въ урнѣ насчитываемъ 16 зубцовъ. Теперь переносимъ разсмотрѣнный нами разрѣзъ въ каплю воды и разрываемъ его съ одной стороны иглами, послѣ чего плоско расправляемъ, накрываемъ покровнымъ стеклышкомъ и разсматриваемъ при проходящемъ свѣтѣ, сначала съ наружной стороны. Прежде всего замѣчаемъ на внутреннемъ краѣ урны двойной рядъ косвенно стоящихъ, сосочковидно удлиненныхъ, довольно значительно утолщенныхъ и богатыхъ сдержаніемъ хлорофильныхъ зеренъ клѣточекъ. Эти клѣточки имѣютъ безцвѣтныя, только у ихъ основанія бурыя стѣнки и здѣсь онѣ отдѣляются, слегка между собою соединенныя, отъ края урны. Подлѣ этихъ клѣточекъ происходитъ отдѣленіе крышечки, онѣ образуютъ на краѣ урны такъ называемое колечко. Если теперь перевернуть препаратъ внутреннею стороною въ верхъ, то увидимъ, что поперечныя полосы на зубцахъ, уже раньше нами замѣченныя, представляютъ выдающіяся съ внутренней стороны полоски. Кромѣ внѣшняго перистома, образуемаго зубцами, существуетъ однако еще и внутренній; онъ состоитъ изъ такъ называемыхъ рѣсницъ. Такимъ образомъ, Mnium hornum обладаетъ двойнымъ перистомомъ, но существуютъ Bryinae, имѣющіе только одинъ перистомъ, равно какъ и такіе, которые его вовсе не имѣютъ. Рѣсницы, подобно зубцамъ, представляются здѣсь въ видѣ плоскихъ пластинокъ, которыя въ нижнихъ частяхъ, посредствомъ выдающихся на внутренней поверхности полосокъ, подѣлены какъ-бы на камеры, а въ верхнихъ частяхъ являются поперечно полосатыми. Въ нижнихъ частяхъ своихъ онѣ сливаются другъ съ другомъ въ непрерывную кожицу, которая между каждыми двумя зубцами внѣшняго перистома выпячивается немного наружу. Между каждыми двумя зубцами приходится по двѣ расницы, косвенно идущія отъ края. Ихъ края — внѣшній на всемъ протяженіи, а внутренній только въ верхней части — усажены пилообразно-зубчатыми выступами, въ которыхъ заканчиваются поперечныя полоски свободныхъ частей рѣсницъ. Посредствомъ этихъ пиловидныхъ зубчиковъ двѣ рѣсницы соединяются другъ съ другомъ въ верхнихъ своихъ частяхъ внѣшними краями и сливаются наконецъ въ одно узкое, сильно удлиненное остріе. Съ этими парами рѣсницъ чередуются весьма узкія, которыя, въ числѣ отъ трехъ до пяти, стоятъ передъ зубцами внѣшняго перистома. Тонкій поперечный разрѣзъ, сдѣланный изъ коробочки нѣсколько

ниже, обнаруживаетъ внутри этой послѣдней состоящій изъ крупноклѣтной ткани столбикъ, columella. Вокругъ этой columella находится наполненная спорами полость. Внутренняя стѣнка этой послѣдней образована самимъ столбикомъ, а внѣшняя состоитъ изъ хлорофиллоноснаго, преимущественно двуслойнаго участка ткани, которая отдѣлена отъ стѣнки посредствомъ очень рыхлой хлорофиллоносной ткани. Стѣнка коробочки состоитъ изъ двухъ или трехъ слоевъ клѣтокъ и покрыта рѣзко отличающимся эпидермисомъ. Клѣточки этого послѣдняго снаружи сильнѣе утолщены. Споры содержатъ зерна хлорофилла, стѣнка ихъ буроватаго цвѣта и покрыта бородовочками; въ благопріятнѣйшихъ случаяхъ можно видѣть на одной ея сторонѣ трехгранно-пирамидальное заостреніе, которое происходитъ вслѣдствіе тетраэдрическаго положенія споръ въ ихъ материнской клѣточкѣ; оно соотвѣтствуетъ плоскостямъ соприкосновенія каждыхъ трехъ споръ — сестеръ. Точный срединно-продольный разрѣзъ, сдѣланный изъ зеленой, еще снабженной крышечкою, но уже вполнѣ развитой коробочки, представляетъ намъ на самомъ верху крышечку, которая состоитъ изъ одного наружнаго, бураго слоя сильно утолщенныхъ клѣточекъ и изъ нѣсколькихъ внутреннихъ слоевъ тонкостѣнныхъ клѣточекъ. На границѣ между крышечкою и урною находится уже извѣстный намъ двойной рядъ косвенно стоящихъ хлорофиллоносныхъ клѣточекъ, у которыхъ происходитъ отдѣленіе крышечки. Бурыя, прилегающія къ нимъ снизу клѣточки урны отличаются очень незначительной вышиной. Къ этимъ маленькимъ клѣточкамъ примыкаютъ извнутри сходныя съ ними, и образуютъ выдающуюся внутрь полоску бурыхъ клѣточекъ, къ которымъ прикрѣпляются зубцы внѣшняго перистома. На разстояніи одного ряда клѣточекъ отходятъ рѣсницы. Какъ показываетъ исторія развитія, эти зубцы и рѣсницы происходятъ путемъ мѣстнаго утолщенія противуположныхъ стѣнокъ одного и того-же слоя клѣточекъ, примыкающаго къ внутренней части крышечки. Изъ опредѣленныхъ частей наружныхъ стѣнокъ, соединенныхъ между собою въ видѣ восходящихъ рядовъ, происходятъ зубцы, поперечныя полоски которыхъ соотвѣтствуютъ прилегающимъ поперечнымъ стѣнкамъ, утолщеннымъ на нѣкоторомъ ихъ протяженіи. Рѣсницы развиваются изъ утолщенныхъ частей внутреннихъ стѣнокъ этого слоя клѣточекъ и снабжены въ мѣстахъ прикрѣпленія близъ внутреннихъ перегородокъ слабыми полосками.

Крышка представляется на нашемъ срединно-продольномъ разрѣзѣ полою, потому что внутренняя ткань, послѣ заложенія зубцовъ и рѣсницъ, съежилась и отдѣлилась отъ внутренней поверхности рѣсницъ, достигающихъ до вершины крышечки. Эта ткань образуетъ еще только на столбикѣ конусовидно вы-

дающійся бугорокъ. Дальше видѣнъ столбикъ на всемъ своемъ протяженіи, а также споровый мѣшокъ, внѣшняя стѣнка этого послѣдняго, рыхлая ткань, лежащая между нею и стѣнкою коробочки и, наконецъ, стѣнка коробочки. Споровый мѣшокъ, пока не сброшена крышечка, замкнутъ сверху узкимъ слоемъ ткани. Позже онъ открывается вслѣдствіе разрыванія этого послѣдняго. На днѣ коробочки, подъ споровымъ мѣшкомъ, произошла кольцевидная полость. Апофиза, какъ теперь оказывается, снабжена дыхательными устьицами, потому что почти каждый срединно-продольный разрѣзъ проходитъ чрезъ устьица. Онѣ лежатъ ниже уровня эпидермиса; къ нимъ ведетъ каналъ; извнутри къ нимъ прилегаетъ дыхательная полость. Она окружена хлорофиллоносцою тканью, межклѣтныя пространства которой сообщаются съ кольцевидною полостью подъ споровымъ мѣшкомъ и съ межклѣтными пространствами всей хлорофиллоносной ткани, которая отдѣляетъ стѣнку коробочки отъ спороваго мѣшка. Всѣ дыхательныя устьица перерѣзаны въ продольномъ направленіи и представляютъ картину, сходную — на сколько можно здѣсь заключить — съ тою, какую находимъ у сосудистыхъ тайнобрачныхъ и у явнобрачныхъ растеній. Послѣднее обстоятельство замѣчательно тѣмъ болѣе, что апофизы (а въ иныхъ случаяхъ и стѣнка коробочки) представляютъ у мховъ единственныя мѣста, которыя снабжены дыхательными устьицами, устроенными по типу высшихъ растеній. — Чтобы пополнить полученныя впечатлѣнія, разсмотримъ еще плоскостные разрѣзы съ поверхности коробочки и апофизы. Мы констатируемъ, что поверхность коробочки лишена дыхательныхъ устьицъ; но между бурыми клѣточками апофизы видимъ каналы, которые ведутъ къ дыхательнымъ устьицамъ. Если перевернуть разрѣзъ и разсмотрѣть его съ внутренней его стороны, то, въ благопріятныхъ случаяхъ, можно бываетъ различать обѣ замыкающія клѣточки устьица, устроенныя какъ и у высшихъ растеній. Мы убѣждаемся въ тоже время на подобныхъ разрѣзахъ, что зеленыя клѣточки, между стѣнкою коробочки и споровымъ мѣшкомъ, соединены между собою въ продольномъ направленіи, что онѣ вѣтвисты и совершенно подобны нитчатымъ водорослямъ.— На поперечныхъ разрѣзахъ апофизы дыхательныя устьица тоже большею частію попадаются и легко видѣть обѣ замыкающія клѣточки. На ножкѣ (seta) обособленіе эпидермиса прекращается, поверхность покрыта двумя или тремя слоями желто- или краснобурыхъ клѣточекъ, полости которыхъ постепенно увеличиваются по направленію внутрь. Внутри ножки обособляется центральный проводящій пучекъ. Срединно-продольные разрѣзы вблизи апофизы показываютъ, что подобныя черты строенія, начинаясь тотчасъ же въ ножкѣ, развиваются постепенно.

Примѣчанія къ XXV-му упражненію.

[1]) Goebel, die Muscineen in Schenk's Handbuch der Botanik, Bd. II, pag. 398.

[2]) Срав. A. Zimmermann, Ueber die Einwirkung des Lichtes auf den Marchantienthallus. Arb. aus d. bot. Inst. in Würzburg Bd. II, pag. 695.

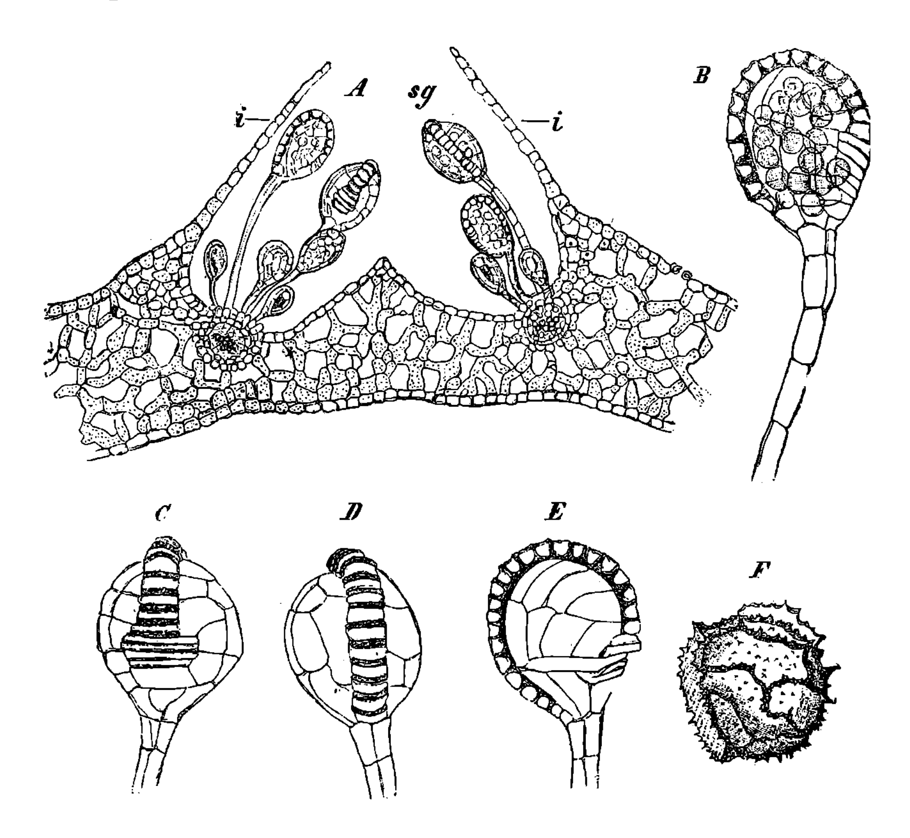
[3]) Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose. VI. Heft. 1881, pag. 20, 117; Goebel, l. c., Strasburger, Jahrb. f. wiss. Bot. VII, pag. 409 und Befruchtung und Zelltheilung. 1877, pag. 12.

XXVI. Упражненіе.

Воспроизведеніе у сосудистыхъ тайнобрачныхъ.

Спорангіи папоротниковъ помѣщаются, за рѣдкими исключеніями, на нижней поверхности листьевъ. Они образуютъ большею частію группы, которыя называютъ sori. Часто весь sorus бываетъ покрытъ выросткомъ листа, индузіемъ. Индузій можетъ быть развитъ весьма различно. Если край листа заворачивается надъ sorus'омъ, то его обозначаютъ именемъ ложнаго индузія.—Въ качествѣ примѣра для изслѣдованія возьмемъ Scolopendrium vulgare. Вдоль листа проходитъ сильный срединный нервъ, отъ котораго отходятъ слегка впередъ наклонные слабые боковые нервы. На верхней половинѣ плодоноснаго листа развиваются sori. Они простираются въ томъ же направленіи, какъ и боковые нервы. Снаружи они представляются болѣе или менѣе совершенно прикрытыми двумя приподнимающимися, губовидно развитыми индузіями. — Теперь необходимо сдѣлать тонкій поперечный разрѣзъ изъ плодоноснаго участка листа. Для этого выбираемъ такой листъ, на которомъ sori уже начинаютъ бурѣть, но индузія еще не открылись. Ножницами вырѣзываемъ узкую, параллельную сорусу полоску ткани листа, зажимаемъ ее въ бузинную сердцевину и дѣлаемъ поперечные разрѣзы. Поперечный разрѣзъ (фиг. 95, *A*) изъ ткани листа обнаруживаетъ эпидермисъ на верхней и нижней поверхности и губчатую паренхиму, которая подъ эпидермисомъ верхней поверхности становится плотнѣе. Полоска соруса, кажущаяся простою, представляется теперь состоящею изъ двухъ сорусовъ. Они находятся съ лѣвой и правой стороны, наклоненные другъ къ другу, каждый надъ самымъ нервомъ. Поверхность листа въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ желобообразно углублена и поднимается между двумя сорусами полоски, въ видѣ ребра. Эпи-

дермисъ на днѣ желобковъ, покрытый спорангіями, прилегаетъ непосредственно къ сосудисто-пучковому влагалищу. Эпидермисы нижней поверхности листа и желобка сходятся и переходятъ въ индузій (*i*). Этотъ послѣдній начинается, поэтому, двойнымъ слоемъ клѣточекъ, но вскорѣ становится однослойнымъ. Этотъ слой клѣточекъ имѣетъ строеніе, подобное сосѣднему эпидермису, съ тою разницею, что онъ лишенъ дыхательныхъ устьицъ и хло-



Фиг. 95. Scolopendrium vulgare. *A* поперечный разрѣзъ плодоноснаго листа; *i* индузій; *sg* спорангій. *B* — *E* спорангіи, *B* и *E* съ боку, *D* со спинной и *C* съ брюшной стороны; *F* спора. Увелич. *A* 50, *B*—*E* 145, *F* 540 разъ.

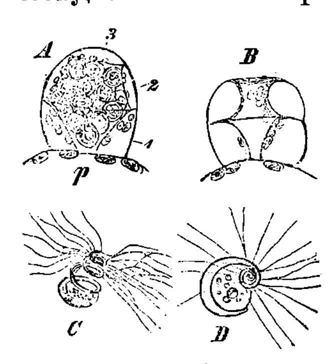
рофильныхъ зеренъ. Но въ немъ есть соотвѣтственно меньшіе, безцвѣтные хроматофоры. Со дна желобка поднимаются спорангіи (*sp*); мы видимъ ихъ на различныхъ фазахъ развитія; каждый спорангій беретъ начало изъ отдѣльной клѣточки эпидермиса. Уже и при слабомъ увеличеніи (фиг. 95, *A*) можно разли-

чать въ каждомъ спорангіѣ ножку и коробочку, а на болѣе старыхъ спорангіяхъ на коробочкахъ замѣтно желтобурое кольцо. Дальнѣйшее изслѣдованіе производимъ при болѣе сильномъ увеличеніи (фиг. 95, *B*). Ножка переходитъ изъ простаго ряда клѣточекъ въ двойной. Коробочка имѣетъ стѣнку, состоящую изъ одного слоя клѣточекъ. Какъ показываетъ разсматриваніе стѣнки коробочки съ различныхъ сторонъ (*A* — *E*), колечко развивается изъ одного выдающагося наружу ряда клѣточекъ. Эти клѣточки составляютъ рядъ, который, начинаясь возлѣ ножки, идетъ черезъ вершину и, становясь болѣе плоскимъ на противуположной сторонѣ, исчезаетъ, не достигая ножки. Внутреннія и поперечныя стѣнки колечка сильно утолщены и бураго цвѣта, толщина ихъ уменьшается въ направленіи отъ поперечныхъ стѣнокъ къ поверхности. Спорангій открывается между широкими клѣточками, которыми заканчивается колечко (фиг. 95, *C*, *E*); одна половина этихъ широкихъ клѣточекъ приходится по одну, другая — по другую сторону поперечной щели. Причина открыванія заключается въ колечкѣ, которое стремится, при высыханіи, къ уменьшенію своего изгиба. — Бурая стѣнка зрѣлыхъ споръ представляетъ очень красивое строеніе (фиг. *F*). Она покрыта съ наружи сѣтевидно соединенными, гребневидно выдающимися полосками. — У Aspidium Filix mas находимъ индузіи сердцевидно-почковидной формы, которые съ возрастомъ становятся сначала оловяннаго, а затѣмъ бураго цвѣта, немного съеживаются и тогда не вполнѣ покрываютъ темнобурые sori. Спорангіи имѣютъ почти такое-же строеніе, какъ у Scolopendrium. На нѣкоторыхъ изъ нихъ можно видѣть, что отъ ножки отходитъ короткій, съ одноклѣтною головкою железистый волосокъ. Спорангіи сидятъ на подушечкообразномъ возвышеніи, плаценте, которая находится надъ сосудистымъ пучкомъ. Къ послѣднему примыкаютъ сѣтевидно утолщенные трахеиды, распространяющіеся въ плацентѣ. На своей верхушкѣ плацента несетъ индузій, который прикрѣпляется посредствомъ ножкообразной вогнутости. — Если къ краю препарата, который содержитъ лежащіе въ водѣ зрѣлые, но еще не открывшіеся спорангіи, прибавить каплю отнимающей воду жидкости, лучше всего глицерина, то спорангіи медленно открываются у насъ передъ глазами. При этомъ колечко становится наконецъ сильно вогнутымъ. Затѣмъ сразу происходитъ движеніе въ противуположную сторону, вслѣдствіе чего спорангій болѣе или менѣе совершенно закрывается. Все это явленіе можетъ повториться въ болѣе слабой степени еще одинъ или нѣсколько разъ. Спорангіи Scolopendrium vulgare обнаруживаютъ закрываніе не такъ хорошо. — Намъ интересно также обратить вниманіе на обнаженные sori у Polypodium vulgare. Sori эти совершенно не имѣютъ индузія и каждый sorus приходится надъ концомъ сосудистаго

пучка. Послѣдъ (placenta) приподнимается надъ поверхностію листа едва замѣтно. Спорангіи устроены по тому-же типу, какъ и у предъидущихъ видовъ.

Мы избираемъ папоротники и для того, чтобы познакомиться съ строеніемъ половыхъ органовъ у сосудистыхъ тайнобрачныхъ и прослѣдить при этомъ случаѣ и процессъ оплодотворенія. Предростокъ (prothallium), первое поколѣніе папоротниковъ, отличающееся дифференцировкой половыхъ органовъ, всегда легко можно добыть. Мы ихъ получаемъ или посредствомъ посѣва споръ, или собирая готовые предростки. Мы ограничимся здѣсь только почти исключительно у насъ встрѣчающимся и вообще наиболѣе богатымъ видами семействомъ Polypodiaceae. Для посѣва беремъ споры Ceratopteris thalictroides, который культивируется во всѣхъ ботаническихъ садахъ и потому легко можетъ быть полученъ. Если же собирать готовые предростки, то для изслѣдованія можетъ годиться всякій представитель Polypodiaceae. Впрочемъ, нахожденіе предростковъ въ природѣ связано съ затрудненіями, а потому лучше ихъ отыскивать въ теплицахъ. На влажныхъ, затѣненныхъ стѣнахъ, на стволахъ древовидныхъ папоротниковъ, на цвѣточныхъ горшкахъ почти всегда можно найдти предростки. На употребляемой часто для культуры орхидныхъ, сарраценій и т. д. вересковой землѣ [1]), пронизанной Polypodium vulgare, большею частію попадаются многочисленные предростки Polypodium vulgare, которые мы избираемъ для ближайшаго разсмотрѣнія. Какъ и у большинства другихъ Polypodiaceae, предростки Polypodium vulgare имѣютъ форму маленькихъ, лежащихъ на субстратѣ, сердцевидныхъ, яркозеленыхъ листиковъ. Предростокъ средней величины беремъ пинсетомъ, и именно въ томъ мѣстѣ, въ которомъ онъ приросъ къ почвѣ, и отрываемъ его отъ послѣдней. Окунаемъ его въ воду и нѣсколько разъ движемъ въ различныя стороны, чтобы сполоснуть приставшія частицы почвы, помѣщаемъ его затѣмъ, брюшною стороною кверху, въ каплѣ воды на предметной пластинкѣ и разсматриваемъ, накрывъ покровнымъ стеклышкомъ. Предростокъ имѣетъ, какъ уже было замѣчено, сердцевидную форму. Онъ состоитъ изъ многогранныхъ клѣточекъ, содержащихъ многочисленныя хлорофильныя зерна. Въ передней вырѣзкѣ помѣщается мелкоклѣтная меристема точки возростанія. Только порединѣ, въ чемъ можно убѣдиться посредствомъ различной установки, предростокъ представляется многослойнымъ. Эта средняя часть есть такъ называемая подушечка (Gewebepolster). По бокамъ она переходитъ въ однослойное слоевище и становится болѣе плоскимъ также и къ основанію предростка. Изъ заднихъ частей предростка выростаютъ корневые волоски или ризоиды; они развиваются преимущественно на срединной части предростка. Это длинныя,

одноклѣтныя, вскорѣ бурѣющія трубки. Кромѣ того, на краю и на нижней сторонѣ предростка, нѣкоторыя клѣточки выростаютъ въ короткіе сосочки, которые, подобно ризоидамъ, отдѣлены у своего основанія поперечною перегородкою. Если мы взяли для изслѣдованія сравнительно молодые предростки, то они мужскіе, если же взяты слишкомъ старые, то они имѣютъ исключительно только женскіе половые органы. Средняго возраста предростки снабжены обоего рода половыми органами. Половые органы, какъ и корневые волоски, располагаются исключительно только на брюшной сторонѣ предростка. Мужскіе половые органы (антеридіи) располагаются на задней части предростка. Они развиваются между корневыми волосками, а также и дальше, сбоку, за ними. Ихъ развитіе происходитъ въ направленіи къ верхушкѣ. Они представляются въ видѣ шаровидно выдающихся образованій (фиг. 96, *A*), которыя въ зрѣломъ состояніи содержатъ внутри однослойной стѣнки значительное число мелкихъ шаровидныхъ клѣточекъ. По другую сторону зрѣлыхъ антеридіевъ стоятъ уже опорожненные, которые узнаются по буроватому цвѣту ихъ внутреннихъ стѣнокъ и обнаруживаютъ въ своей крышечкѣ звѣздчатой формы отверстіе. Полное представленіе о строеніи антеридіевъ получается только тогда, когда мы ихъ разсматриваемъ въ профиль. Видѣть антеридій въ профиль удается нерѣдко на случайно загнутыхъ мѣстахъ предростка; этого легко также достигнуть, соотвѣтственнымъ образомъ загибая иглами предростки, богатые антеридіями. При правильномъ боковомъ положеніи антеридіевъ (фиг. 96, *A*) мы легко убѣждаемся, что антеридій сидитъ на срединѣ слегка выпуклой клѣточки предростка (*p*) и отдѣляется отъ этой послѣдней посредствомъ перегородки. Стѣнка состоитъ почти всегда изъ двухъ этажей боковыхъ клѣточекъ (1 и 2) и одной кроющей клѣточки (3). Нижній этажъ имѣетъ полость бо̀льшую, нежели верхній этажъ и крышечка. Опорожненный антеридій, разсматриваемый сбоку (фиг. 96, *B*), представляетъ боковыя клѣточки сильно вздутыми, онѣ поэтому весьма хорошо видны. Внутреннее пространство антеридія въ такомъ случаѣ соотвѣтственно съужено, а кроющая клѣточка сплюснута и продыравлена.—Если теперь снова обратимся къ наблюденію предростка съ поверхности и разсмотримъ опорожненный



Фиг. 96. Polypodium vulgare. *A* зрѣлый, *B* опорожненный антеридій; *p* клѣточка предростка, 1 и 2 кольцевидныя клѣточки, 3 кроющая клѣточка. *A* и *B* увеличены 240 разъ. *C* движущійся сперматозоидъ; *D* фиксированный растворомъ іода. *C* и *D* увеличены 540 разъ.

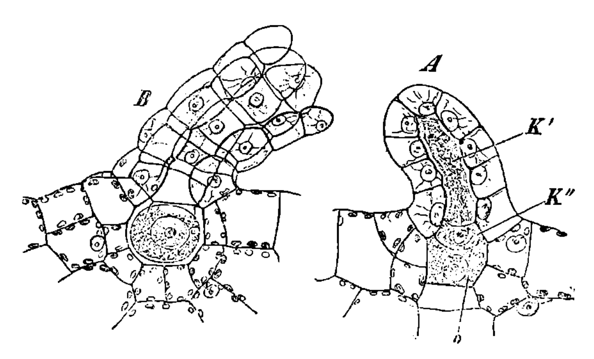
антеридій, то можемъ кромѣ того констатировать, что внутри боковыхъ клѣточекъ нѣтъ внутренняго расчлененія. Нельзя обнаружить никакихъ внутреннихъ перегородокъ и мы поэтому убѣждаемся, что стѣнка антеридія состоитъ изъ кольцеобразныхъ клѣточекъ. Такимъ образомъ, каждый этажъ состоитъ изъ одной кольцеобразной клѣточки. Вся стѣнка антеридія состоитъ, слѣдовательно, изъ двухъ такихъ сидящихъ одна на другой клѣточекъ и одной кроющей клѣточки. Подобнаго рода кольцеобразныя клѣточки встрѣчаются вообще рѣдко, но постоянно свойственны антеридіямъ Polypodiaceae. Вообще у другихъ Polypodiaceae мы нашли-бы антеридіи, устроенные весьма сходно съ этими. Нерѣдко отклоненіе отъ описанной здѣсь формы состояло бы только въ томъ, что антеридій можетъ имѣть нижнюю, плоскую клѣточку — ножку, а боковая стѣнка можетъ состоять только изъ одной кольцеобразной клѣточки. — Если для изслѣдованія взяты предростки, которые уже давно не смачивались, то не долго приходится ждать опоражниванія нѣкоторыхъ, уже созрѣвшихъ антеридіевъ. Механизмъ опоражниванія основывается на давленіи, производимомъ кольцеобразными боковыми клѣточками на содержимое, но кромѣ того, между разъединенными внутренними клѣточками есть еще разбухающее вещество. Кроющая клѣточка подъ конецъ прорывается и содержимое антеридія выдавливается наружу, причемъ кольцеобразныя клѣточки увеличиваются. Содержимое антеридія выходитъ въ видѣ изолированныхъ, шаровидныхъ клѣточекъ, сперматозоидныхъ клѣточекъ, которыя лежатъ нѣкоторое время въ окружающей водѣ. Въ каждой клѣточкѣ, даже при сравнительно слабомъ увеличеніи. можно разсмотрѣть свернутую нить, т. е. сперматозоидъ, и центральное скопленіе мелкихъ зернышекъ. Стѣнки этихъ клѣточекъ растворяются въ окружающей водѣ и нѣкоторые сперматозоиды начинаютъ высвобождаться уже по прошествіи немногихъ часовъ. Такое высвобожденіе сперматозоида совершается вдругъ, причемъ обороты его тѣла раздвигаются. Такимъ образомъ, сперматозоиды выходятъ одинъ за другимъ. Слѣдя за нѣкоторыми изъ нихъ въ окружающей водѣ, мы убѣждаемся, что они подвигаются сравнительно быстро и, въ тоже время, вращаются вокругъ своей оси. Если въ нашемъ распоряженіи имѣется освѣтительный приборъ Аббе, то мы можемъ его теперь примѣнить для полученія еще новаго эффекта, а именно—освѣщенія на темномъ полѣ зрѣнія. Съ этою цѣлью вкладываютъ въ помѣщеніе для діафрагмъ (срав. стр. 208) кружокъ, снабженный «центральною діафрагмою» (Centralblendung). Такимъ образомъ, получаемъ темное поле зрѣнія. На этомъ темномъ полѣ зрѣнія сперматозоиды представляются намъ въ видѣ движущихся свѣтлыхъ образованій. Чтобы получить полный эффектъ, необходимо вставить еще маленькую діафрагму

надъ верхнею линзою объектива, т. е. между объективомъ и воронкою. Безъ такой діафрагмы можно употреблять только самые слабые объективы, объективы-же съ коррекціонной оправой для этой цѣли вовсе не пригодны. По прошествіи около двадцати или тридцати минутъ движеніе сперматозоидовъ замедляется и, наконецъ, прекращается совершенно. Во время этой послѣдней стадіи движенія не трудно разсмотрѣть форму сперматозоида. Еще легче сдѣлать это, если къ водѣ, содержащей сперматозоиды, прибавить 10%, прозрачный, профильтрованный растворъ аравійской камеди, чтобы такимъ образомъ замедлить ихъ движеніе [2]). Сперматозоидъ состоитъ изъ ленты (фиг. 96, *C*), которая штопорообразно закручена. На переднемъ концѣ обороты ўже, на заднемъ они шире. Передніе, узкіе обороты снабжены длинными, тонкими рѣсницами. Между задними оборотами находятся мелкія зернышки и иногда удается различать пузырекъ, въ которомъ они заключены. Посредствомъ прибавленія нѣкотораго количества раствора іода въ іодистомъ кали, сперматозоиды можно прекрасно фиксировать.

У передней вырѣзки предростка видны женскіе половые органы, архегоніи. Возлѣ самой вырѣзки они еще незрѣлы, дальше находятся зрѣлые, но еще не открывшіеся, наконецъ слѣдуютъ отмершіе и открытые, внутри побурѣвшіе. Женскіе половые органы весьма легко отличить отъ мужскихъ. Они поднимаются на поверхности предростка въ формѣ короткихъ, цилиндрическихъ, отогнутыхъ въ противуположную передней вырѣзкѣ сторону образованій. Эта свободная часть архегонія есть только его шейка, брюшная же его часть погружена въ ткань предростка. Въ шейкѣ различаемъ однослойную стѣнку, состоящую изъ четырехъ рядовъ клѣточекъ, и центральный каналъ, содержимое котораго въ зрѣлыхъ архегоніяхъ представляется въ своихъ центральныхъ частяхъ зернистымъ, а въ периферическихъ — сильно преломляющимъ свѣтъ. Этотъ внутренній каналъ, шейный каналъ, кверху конусовидно расширяется. Книзу онъ переходитъ въ центральную клѣточку архегонія, въ которой помѣщается яйцо. Послѣднее, конечно, едва можетъ быть различаемо. Если предростки передъ изслѣдованіемъ не смачивались въ теченіи нѣсколькихъ дней, то можно увидѣть и открываніе архегонія. Для подобнаго наблюденія должно выбрать такой архегоній, въ которомъ содержимое канала особенно сильно преломляетъ свѣтъ. Открываніе происходитъ нерѣдко почти моментально, но часто приходится и по долгу ждать. Открываніе есть результатъ давленія, которое производитъ сильно преломляющее свѣтъ, разбухающее вещество шейнаго канала на стѣнку канала. Четыре клѣточки на вершинѣ шейки вдругъ раздвигаются и содержимое шейнаго канала выступаетъ наружу. Сильно преломляющее свѣтъ вещество этого послѣдняго распро-

страняется въ окружающей водѣ въ видѣ безцвѣтной слизи, между тѣмъ какъ зернистое содержимое медленно разрушается. Выпоражниваніе содержимаго происходитъ съ перерывами; сначала, именно, выступаетъ содержимое шейнаго канала, а затѣмъ отдѣлившейся подъ конецъ отъ яйца брюшно-канальчиковой клѣточки. — При особенно благопріятныхъ обстоятельствахъ можно бываетъ теперь увидѣть и прониканіе сперматозоидовъ въ архегоній. Шансы для подобнаго наблюденія увеличиваются, если возлѣ стараго предростка, изслѣдуемаго въ отношеніи архегонія, помѣстить нѣсколько достаточно молодыхъ предростковъ, богатыхъ антеридіями. Если въ препаратѣ много сперматозоидовъ, то мы видимъ, что они спокойно проплываютъ мимо архегоніевъ, пока послѣдніе еще закрыты. Напротивъ того, если какой нибудь архегоній открылся, то сперматозоиды съ извѣстнаго разстоянія направляются къ отверстію шейки и попадаютъ здѣсь въ выступившую слизь. Въ слизи движеніе ихъ замедляется, но они сохраняютъ первоначальное направленіе въ своемъ движеніи, проникаютъ въ каналъ шейки и достигаютъ яйца, въ которое и проникаютъ. Въ новѣйшее время было доказано, что и здѣсь чрезъ шейку архегонія происходитъ выдѣленіе вещества, которое оказываетъ на сперматозоиды химическое раздраженіе и опредѣляетъ направленіе ихъ движенія [3]). Такимъ специфическимъ раздражителемъ является въ данномъ случаѣ яблочная кислота, которая находится въ вышедшей изъ шейки архегонія массѣ, въ количествѣ около 0,3%. Удалось также замануть эти сперматозоиды въ капиллярныя трубочки, съ одного конца запаянныя и наполненныя подъ воздушнымъ насосомъ жидкостію, содержащею 0,01 до 0,1% яблочной кислоты, соединенной съ какимъ нибудь основаніемъ совершенно такъ, какъ въ шейку архегонія. Подобно тому, какъ въ капиллярныя трубки, сперматозоиды папоротниковъ входятъ также и въ достаточно большіе волоски, лучше всего въ волоски съ листьевъ Heracleum spondylium, если ихъ положить срѣзаннымъ концомъ въ воду, содержащую сперматозоиды. Для сперматозоидовъ лиственныхъ мховъ специфическимъ раздражителемъ является тростниковый сахаръ, между тѣмъ какъ у Marchantia изъ архегонія выдѣляется какое-то другое, еще не опредѣленное вещество. — Экспериментальнымъ путемъ было доказано [4]), что для оплодотворенія достаточно одного только сперматозоида, но въ архегоній большею частію проникаетъ ихъ нѣсколько, хотя въ яйцо входитъ только одинъ изъ нихъ. Процессы эти здѣсь однако нельзя прослѣдить въ подробности, потому что предростокъ слишкомъ непрозраченъ; гораздо лучше можно ихъ наблюдать у Ceratopteris. Но и здѣсь можно констатировать, что сперматозоиды не вносятъ съ собою въ архегоніи своего задняго пузырька, но напротивъ, если они еще были снабжены пузырь-

комъ, когда приблизились къ архегонію, то оставляютъ его въ слизи передъ отверстіемъ. Иногда число собирающихся сперматозоидовъ такъ велико, что они наконецъ, пробираясь другъ между другомъ и нитевидно вытягиваясь, заполняютъ весь каналъ архегонія и образуютъ еще букетъ передъ его отверстіемъ. Намъ остается еще разсмотрѣть архегоніи на разрѣзахъ. Эти разрѣзы должны быть сдѣланы вдоль срединной части предростка, такъ какъ архегоніи располагаются на этой его части. Чтобы облегчить себѣ изготовленіе разрѣзовъ, складываемъ нѣсколько предростковъ вмѣстѣ, тщательно придавая имъ надлежащее положеніе и удаливъ предварительно всѣ песчинки. Затѣмъ мы уже легко находимъ на разрѣзахъ желательныя кар-



Фиг. 97. Polypodium vulgare. *A* незрѣлый архегоній. *K'* шейноканальчиковая, *K''* брюшноканальчиковая клѣточка. *o* яйцо. *B* зрѣлый, открытый архегоній. Увелич. 240.

тины. Архегоній, какъ мы видимъ (фиг. 97, *A* и *B*), погруженъ своею брюшною частію въ предростокъ, шейка загнута. Теперь можно различать шейно-канальчиковую (*K'*) и брюшноканальчиковую (*K''*) клѣточки; а также и яйцо (*o*) съ его клѣточнымъ ядромъ. Въ зрѣломъ, раскрывшемся архегоніѣ (*B*) часто можно бываетъ замѣтить на вершинѣ яйца безцвѣтное мѣсто, воспріемлющее пятно, чрезъ которое сперматозоидъ проникаетъ въ яйцо. — Нѣкоторые, не вполнѣ срединные разрѣзы, могутъ намъ обнаружить и антеридіи съ боку.

Селагинеллы принадлежатъ къ гетероспоровымъ плауновымъ; онѣ имѣютъ двоякаго рода спорангіи и споры, и мы обратимъ свое вниманіе еще и на нихъ, чтобы пополнить картину, которую мы наблюдали у другихъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ. Селагинеллы называютъ также лигулятами (Ligulatae), потому что листья ихъ снабжены у своего основанія язычкомъ. Разсмотримъ ближе повсюду распространенную въ теплицахъ Selaginella Martensii S p r g. Плодоносные экземпляры

легко узнаются по колосьямъ, которые развиваются на послѣднихъ развѣтвленіяхъ многочисленныхъ большею частію побѣговъ. Вегетативное тѣло растенія распростерто въ одной плоскости; оно покрыто четырьмя рядами листьевъ, въ видѣ перекрещивающихся паръ. Въ каждой парѣ верхній листъ остается небольшимъ, а нижній становится гораздо больше. Два ряда нижнихъ листьевъ на брюшной поверхности направляется въ стороны и обращены верхнею поверхностію кверху. Такимъ образомъ вегетативное тѣло растенія имѣетъ двустороннее и дорзивентральное строеніе, т. е. его можно раздѣлить только одной плоскостію на симметрическія правую и лѣвую половины и оно обнаруживаетъ брюшную и спинную стороны. Плодоносные, верхушечные колосья имѣютъ, напротивъ, четырехгранную форму и четыре ряда одинаковаго вида, вверхъ направленныхъ листьевъ. Относительно строенія колосьевъ оріентируемся такимъ образомъ что, начиная отъ основанія, отдѣляемъ подъ симплексомъ одинъ листъ за другимъ. Въ пазухѣ каждаго листа находимъ яйцевидный, немного сплющенный спорангій. Мы замѣчаемъ уже во время этой операціи, что нѣкоторые спорангіи больше и имѣютъ выдающіеся бугорки. Если вскроемъ такой большой, бугорчатый спорангій, то обнаружимъ четыре споры, которыя вполнѣ заполняли полость спорангія и мѣстами выпячивали его стѣнки; если-же вскроемъ маленькій спорангій, то онъ окажется наполненнымъ многочисленными мелкими спорами. Большіе спорангіи это женскіе спорангіи, макроспорангіи, а большія споры — женскія споры, макроспоры; маленькіе спорангіи и споры—мужскіе, и ихъ называютъ микроспорангіями и микроспорами. Мелкія споры съ одной стороны заостряются трехгранно, покрыты сѣтевиднымъ рисункомъ и соединены большею частію въ тетрады. Тоже самое, но только въ соотвѣтственно бо̀льшихъ размѣрахъ, представляютъ намъ и четыре макроспоры. Мы ясно различаемъ у нихъ трехгранное заострѣніе одной ихъ стороны; напротивъ того, чтобы хорошо разсмотрѣть выдающіяся, сѣтевидныя полоски на ихъ стѣнкахъ, хорошо раздавливать споры. Стѣнка микроспоръ скоро становится темнобурою, между тѣмъ какъ стѣнки макроспоръ гораздо свѣтлѣе. Если разсмотримъ листья, съ которыхъ мы удалили спорангіи, то увидимъ близь мѣста прикрѣпленія удаленнаго спорангія язычекъ (ligula), въ видѣ язычковидной кожицы. Дальнѣйшее отрываніе листьевъ съ колосьевъ показываетъ намъ, что макроспорангіевъ на нихъ гораздо меньше, чѣмъ микроспорангіевъ и что они встрѣчаются главнымъ образомъ въ нижней части колоса. — Зрѣлые спорангіи растрескиваются поперечно, двумя створками.

Въ заключеніе замѣтимъ, что селагинеллы такъ хорошо сохраняются при высыханіи, что размоченные гербарные экземпляры можно даже употреблять для изученія конуса возростанія

и зачатковъ спорангіевъ. Разрѣзы изъ свѣжаго, равно какъ и изъ размоченнаго матеріала можно прекрасно просвѣтлять посредствомъ ѣдкаго кали.

Примѣчанія къ XXVI-му упражненію.

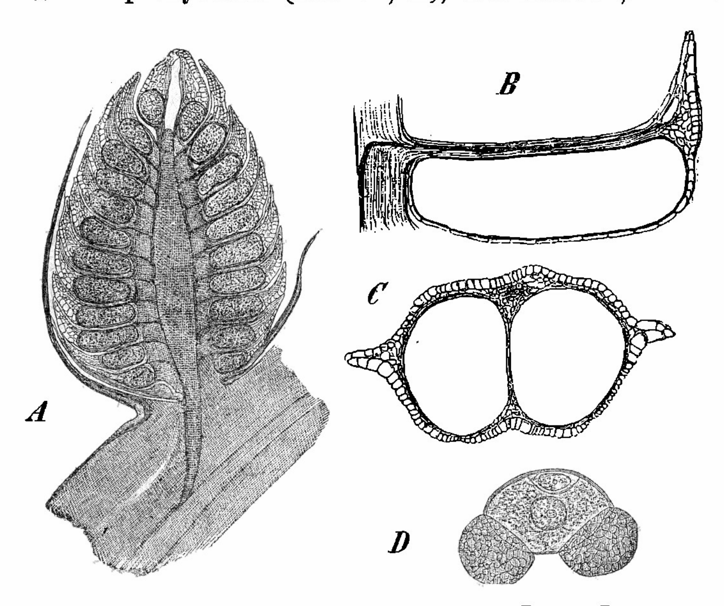
[1]) Terre fibreuse бельгійскихъ торгующихъ садовниковъ.
[2]) Срав. Pfeffer, Unters. a. d. Bot. Inst. zu Tübingen, Bd. I, pag. 370.
[3]) Тамъ-же pag. 360.
[4]) Strasburger, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VII, pag. 405.

XXVII. Упражненіе.

Воспроизведеніе у голосѣмянныхъ.

Явнобрачныя растенія раздѣляются на два большихъ отдѣла: голосѣмянныхъ и покрытосѣмянныхъ, Gymnospermae и Angiospermae. Эти отдѣлы различаются главнымъ образомъ строеніемъ цвѣтовъ, процессами оплодотворенія и развитія зародыша, которые мы разсмотримъ сначала у голосѣмянныхъ. Прежде всего познакомимся со строеніемъ цвѣтовъ [1]) сосны, Pinus silvestris. Опыленіе происходитъ у этой послѣдней приблизительно въ концѣ мая; но для изслѣдованія весьма пригоденъ и алкогольный матеріалъ, который, будучи очень ломкимъ, долженъ быть положенъ передъ изслѣдованіемъ не менѣе какъ на одинъ день въ смѣсь изъ равныхъ частей алкоголя и глицерина. Подготовленный такимъ образомъ матеріалъ рѣжется гораздо лучше свѣжаго. — Сначала мы убѣждаемся въ томъ, что мужскіе цвѣты встрѣчаются въ данномъ случаѣ въ большемъ количествѣ на нижнихъ частяхъ не отличающагося отъ другихъ побѣга. Онѣ располагаются по $^5/_{13}$ и по своему положенію вполнѣ соотвѣтствуютъ двулистнымъ короткимъ побѣгамъ, которые примыкаютъ безъ перерыва къ цвѣтамъ. Цвѣты располагаются притомъ, подобно короткимъ побѣгамъ, въ пазухахъ чешуйчатыхъ листьевъ (Niederblätter). На ножкѣ мужскаго цвѣтка находимъ сначала три перекрещивающіяся (decussirte) пары чешуйчатыхъ листьевъ. Самая нижняя пара листьевъ имѣетъ относительно покровнаго листа и материнскаго побѣга боковое положеніе, какъ это само собою явствуетъ изъ имѣющихся здѣсь пространственныхъ отношеній и которое почти безъ исключенія свойственно первой парѣ листьевъ вегетативныхъ почекъ голосѣмян-

ныхъ. За чешуйчатыми листьями короткой цвѣточной ножки слѣдуютъ тычинки, сильно скученныя и расположенныя большею частію десятью прямыми рядами. Цвѣточная ось имѣетъ удлиненно веретенообразную форму. Отдѣльная тычинка, снятая и разсмотрѣнная подъ препарирнымъ микроскопомъ, представляется округлою; нижняя сторона ея занята двумя продольно расположенными, вдоль срединной линіи сходящимися пыльниками; на своей вершинѣ она продолжается въ направленную къ верху оторочку. Срединный разрѣзъ цвѣтка, незадолго до его распусканія (фиг. 98, *A*), показываетъ, въ особен-



Фиг. 98. Pinus Pumilio, сходная съ Pinus silvestris. *D*—изъ Pinus silvestris. *A*—продольный разрѣзъ почти зрѣлаго мужскаго цвѣтка. Увел. 10. *B*—Продольный разрѣзъ одной тычинки. Увел. 20. *C*—поперечный разрѣзъ тычинки. Увел. 27. *D*—зрѣлая цвѣтень. Увел. 400.

ности ясно послѣ обработки ѣдкимъ кали, прохожденіе сосудистаго пучка въ цвѣточной оси, отхожденіе отдѣльныхъ сосудистыхъ пучковъ въ тычинки и прикрѣпленіе пыльниковъ къ тычинкамъ. На менѣе совершенныхъ продольныхъ разрѣзахъ можно бываетъ отыскать болѣе тонкія мѣста, въ которыхъ строеніе отдѣльныхъ тычинокъ (*B*) можно прослѣдить еще лучше. Теперь изготовляемъ еще тангентальные продольные разрѣзы цвѣтка, чтобы получить поперечные разрѣзы отдѣльныхъ тычинокъ, и выбираемъ себѣ подобный разрѣзъ для ближайшаго изслѣдованія (*C*). Мы видимъ, что оба пыльника сходятся въ

срединной линіи (Mediane) и въ развитомъ состояніи отдѣляются другъ отъ друга большею частію только посредствомъ плоской стѣнки изъ спавшихся клѣточекъ, въ которую вдаются одинъ или нѣсколько слоевъ плоскихъ, крахмалоносныхъ клѣточекъ. Съ внѣшней стороны пыльники покрыты эпидермисомъ, къ которому съ внутренней стороны прелегаютъ большею частію только спавшіяся клѣточки; подобнымъ же образомъ ограничены пыльники и со спинной стороны тычинки. У срединной линіи, сверху и снизу стѣнки, раздѣляющей пыльники, проходитъ полоса мезофилла. Верхняя сильнѣе развита и въ ней лежитъ очень нѣжный сосудистый пучокъ. На обоихъ боковыхъ краяхъ тычинки эпидермисъ выдается въ видѣ слабо или же сильнѣе развитаго крыла; въ послѣднемъ случаѣ между эпидермисами находится небольшое количество мезофилла. На нижней сторонѣ пыльниковъ клѣточки эпидермиса становятся меньше въ направленіи отъ обоихъ боковъ; въ мѣстѣ ихъ наиболѣе слабаго развитія происходитъ открываніе пыльниковъ. Эти пыльники имѣютъ большое сходство съ спорангіями плауновыхъ. И сравнительное изслѣдованіе ихъ исторіи развитія дѣйствительно привело къ заключенію, что пыльники явнобрачныхъ представляются образованіями гомологичными микроспорангіямъ тайнобрачныхъ. Если теперь разсмотримъ развивающіяся въ пыльникахъ клѣточки цвѣтени, въ свѣжемъ, если только возможно, состояніи, то замѣтимъ, что каждая изъ нихъ представляетъ среднее тѣло, на которомъ сидятъ по бокамъ два пузыря (*D*). Когда цвѣтокъ зрѣлый, то пузыри представляются черными, такъ какъ наполнены воздухомъ. Ихъ поверхность обнаруживаетъ красивый рисунокъ. Полость средней, собственно пыльцевой клѣточки, содержитъ мелкозернистую протоплазму и большое клѣточное ядро. Незадолго до антезы, т. е. до разверзанія пыльниковъ, въ цвѣтневой клѣточкѣ происходитъ дѣленіе посредствомъ перегородки, имѣющей форму часоваго стекла, которая отдѣляетъ чечевицеобразную клѣточку съ задней стороны, противуположной мѣсту прикрѣпленія крыльевъ. Эту клѣточку можно лучше всего видѣть тогда, когда цвѣтневая клѣточка—какъ на нашей фигурѣ — лежитъ бокомъ. Совершенно подобная же клѣточка отдѣляется передъ процессами, происходящими при развитіи половыхъ продуктовъ, и въ микроспорахъ гетереспоровыхъ плауновыхъ. У нихъ эту клѣточку называютъ вегетативною, названіе, которое можно примѣнить и въ данномъ случаѣ. Какъ показываетъ исторія развитія, крылья цвѣтени развиваются поздно и, притомъ, вслѣдствіе приподыманія кутикулы, причемъ между этой послѣдней съ одной стороны и внутренними слоями утолщенія стѣнки съ другой — скопляется водянистая жидкость.

Отъ разсмотрѣннаго только что строенія мужскаго цвѣтка

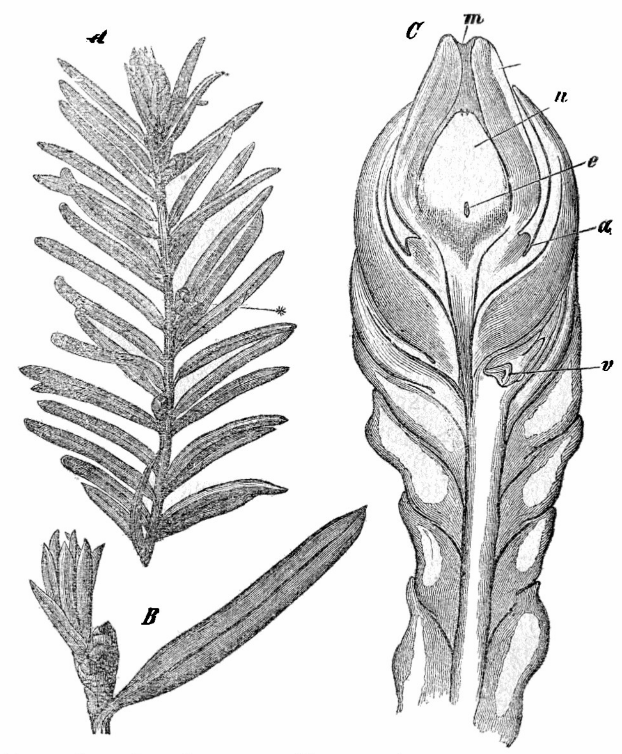
Pinus silvestris больше всего отличается мужской цвѣтокъ Taxus baccata. У этого послѣдняго опыленіе происходитъ приблизительно въ мартѣ, но можно поставить себя въ независимость отъ этого опредѣленнаго времени, запасшись алкогольнымъ матеріаломъ. Мужскіе цвѣты Taxus стоятъ въ пазухахъ листьевъ прошлогоднихъ вѣтокъ. Они начинаются нѣсколькими перекрещивающимися парами чешуйчатыхъ листьевъ и переходятъ въ чешуйки, расположенныя по $^2/_5$. Чешуйки постепенно увеличиваются, наконецъ за ними слѣдуютъ щитовидныя тычинки, имѣющія неопредѣленное расположеніе. Тычинки, какъ это уже видно при разсматриваніи въ лупу, имѣютъ не малое сходство съ плодущими, несущими спорангіи листьями въ колосѣ хвоща. Если посредствомъ скальпеля отдѣлить тычинку и изслѣдовать ее подъ препарирнымъ микроскопомъ, то найдемъ съ внутренней стороны щитка и его ножки отъ пяти до семи пыльниковъ. Послѣдніе сидятъ, слѣдовательно, своимъ основаніемъ на щиткѣ, а своей внутренней стороной прикрѣплены къ его ножкѣ. Сбоку они между собою большею частію не соединены и совершенно свободны съ наружной стороны и на вершинѣ. Въ этомъ можно лучше всего убѣдиться, если еще прибѣгнуть къ срединнымъ и тангентальнымъ разрѣзамъ. Первые представляютъ намъ тычинки и пыльники въ продольныхъ, послѣдніе — въ поперечныхъ разрѣзахъ. На продольномъ разрѣзѣ, вслѣдствіе расширенія пыльника къ наружной сторонѣ, тычинка получаетъ клиновидную форму. Какъ на поперечныхъ, такъ и на продольныхъ разрѣзахъ видимъ, что стѣнка зрѣлыхъ пыльниковъ состоитъ только изъ эпидермиса и одного слоя спавшихся клѣтокъ. Стѣнки этихъ клѣточекъ эпидермиса снабжены утолщеніями въ видѣ полосокъ. На всемъ томъ протяженіи, на которомъ стѣнка пыльника должна отдѣлиться отъ ножки, клѣточки эпидермиса значительно уменьшены въ величинѣ, какъ это показываютъ поперечные разрѣзы. Чтобы уяснить себѣ форму утолщенія стѣнки въ пыльникахъ, отдѣляемъ отъ тычинки иглами стѣнку и убѣждаемся, что утолщеніе внутреннихъ и боковыхъ стѣнокъ клѣточекъ эпидермиса представляется въ видѣ полосокъ, имѣющихъ форму U. Такое же утолщеніе представляютъ клѣточки эпидермиса и съ наружной поверхности щитковъ. Разверзаніе пыльниковъ происходитъ такимъ образомъ, что стѣнка ихъ отдѣляется отъ ножки и выпрямляется. — Цвѣтень имѣетъ эллипсоидальную форму и усажена мелкими бугорками. Незадолго передъ антезою, на одномъ концѣ цвѣтени отдѣляется маленькая клѣточка. Въ алкогольномъ матеріалѣ содержимое цвѣтени представляется свернутымъ и для изслѣдованія непригоднымъ.

Цвѣтень Taxus не имѣетъ пузыревидныхъ придатковъ, которые свойственны даже не всѣмъ Abietineae, а между Taxineae

встрѣчаются у Podocarpus. — У многихъ родовъ содержимое цвѣтени отдѣляетъ болѣе одной вегетативной клѣточки, вслѣдствіе чего внутри цвѣтени образуется выдающееся клѣточное тѣло. Изъ Abietineae только родъ Pinus имѣетъ одну простую вегетативную клѣточку.

Женскіе цвѣты Taxus baccata [2]) находятся, какъ и мужскіе, въ пазухахъ листьевъ прошлогоднихъ вѣтокъ (фиг. 99, *A*), но только на другихъ экземплярахъ, потому что растеніе это двудомное. Время цвѣтенія, какъ мы уже знаемъ, приходится въ мартѣ; въ алкоголѣ цвѣты сохраняются очень хорошо и ихъ можно весьма удобно изслѣдовать, если положить предварительно не менѣе какъ на двадцать четыре часа въ смѣсь изъ равныхъ частей алкоголя и глицерина. Цвѣты, какъ кажется, заканчиваютъ собою маленькій побѣгъ; но въ дѣйствительности положеніе ихъ не верхушечное. Совсѣмъ нерѣдко встрѣчаются два цвѣтка на одномъ и томъ же побѣгѣ (фиг. 99 при *), въ рѣдкихъ случаяхъ попадаются даже уродливости, которыя имѣютъ побѣгъ, продолжающій расти дальше съ боку цвѣтка (фиг. 99, *B*). — Сначала разсматриваемъ цвѣтоносный побѣгъ въ лупу и убѣждаемся, что онъ начинается боковою парою чешуекъ, за которыми слѣдуютъ чешуйки спирально расположенныя и постепенно увеличивающіяся. Самый цвѣтокъ окруженъ тремя перекрещивающимися парами чешуйчатыхъ листьевъ и только своей верхушкой выдается между ними. Верхушка эта имѣетъ точкообразное отверстіе, микропиле. Даемъ побѣгу совершенно опредѣленное положеніе, чтобы сдѣлать срединно-продольный разрѣзъ. Этотъ послѣдній долженъ пройдти чрезъ срединную линію предпослѣдней, подъ цвѣткомъ находящейся, пары чешуекъ. Для изслѣдованія выбираемъ болѣе старые, недавно опыленные цвѣты, приблизительно въ концѣ апрѣля, потому что они лучше рѣжутся и въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ поучительнѣе. Если разрѣзъ прошелъ надлежащемъ образомъ, то получается картина, подобная фиг. 99, *C*. Цвѣтокъ оказывается не на верхушкѣ первичнаго побѣга, но этотъ послѣдній перестаетъ развиваться, образовавъ въ пазухѣ самой верхней пары чешуйчатыхъ листьевъ вторичный побѣгъ. Этотъ-то вторичный побѣгъ и заканчивается цвѣткомъ, образовавъ предварительно три перекрещивающіяся пары чешуекъ. Сбоку мѣста прикрѣпленія вторичнаго побѣга видѣнъ конусъ возростанія (*v*) первичнаго побѣга (на фигурѣ съ правой стороны). Иногда и предпослѣдній чешуйчатый листъ первичнаго побѣга тоже производитъ вторичный побѣгъ, заканчивающійся цвѣткомъ. Въ рѣдкихъ случаяхъ, какъ мы видѣли (*B*), и первичный побѣгъ продолжаетъ рости дальше, и производитъ обыкновенные листья. Пары чешуекъ, предшествующія цвѣтку, должно разсматривать какъ прицвѣтники, а самый цвѣтокъ редуцированъ на одну

«сѣмяпочку». Этотъ-то цвѣтокъ и есть именно то образованіе, которое мы находимъ на вершинѣ вторичнаго побѣга. На продольномъ разрѣзѣ сѣмяпочки мы различаемъ въ ней одинъ покровъ (Integument), на верху образующій узкое отверстіе, микропиле (*m*); и внутри покрова—такъ называемое ядро сѣмяпочки, nucellus (*n*). У основанія этого послѣдняго, въ наиболѣе благопріятныхъ случаяхъ, обыкновенно послѣ обработки ѣдкимъ кали, можно бываетъ видѣть большей величины клѣточку (*e*), представляющую



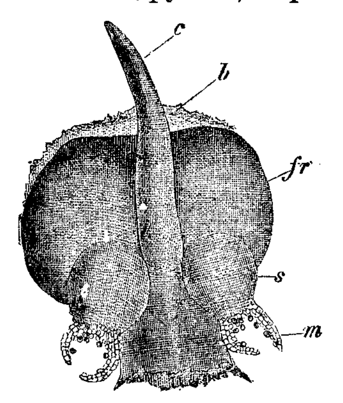
Фиг. 99. Taxus baccata. *A* — внѣшній видъ вѣтки съ женскими цвѣтами въ періодъ опыленія, при * двѣ сѣмяпочки на одномъ и томъ же первичномъ побѣгѣ. Нат. велич. *B* — листъ, съ зачаткомъ сѣмени въ его пазухѣ, первичный побѣгъ продолжаетъ рости дальше сбоку. Увелич. 2. *C*—продольный разрѣзъ вдоль общей срединой линіи первичнаго и вторичнаго побѣговъ. *v*—конусъ возрастанія первичнаго побѣга; *a*—зачатокъ присѣмянника; *e*—зачатокъ зародышеваго мѣшка; *n*—ядро сѣмяпочки; *i*—покровъ; *m*—микропиле. Увел. 18.

зачатокъ зародышеваго мѣшка [3]). Подобно тому, какъ пыльникъ соотвѣтстуетъ микроспорангію, и какъ цвѣтень соотвѣтствуетъ микроспорамъ, такъ зародышевый мѣшокъ соотвѣтствуетъ макроспорѣ. Изслѣдованія относительно исторіи разви-

тія [4]) открыли значительное сходство въ развитіи этихъ образованій, но они вмѣстѣ съ тѣмъ показали, что происходитъ прогресивное упрощеніе процессовъ, ведущихъ у явнобрачныхъ растеній къ развитію макроспоры. Напротивъ того, не существуетъ достаточныхъ основаній, чтобы можно было сравнивать покровъ сѣмяпочки съ индузіемъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ. Покровъ представляется образованіемъ, которое появилось уже у явнобрачныхъ. — У Taxus на ножкѣ сѣмяпочки видѣнъ маленькій валикъ изъ ткани (*a*), который долгое время, до самаго начала іюня, остается неизмѣннымъ, но позже начинаетъ расти и образуетъ ярко-красный присѣмянникъ (arillus), который окружаетъ осенью зрѣлое сѣмя. — Въ опыленномъ уже цвѣткѣ, взятомъ нами для изслѣдованія, можно видѣть на верхушкѣ ядра сѣмянной почки зерна цвѣтени. Каждое изъ нихъ пустило коротую трубочку въ ткань верхушки сѣмяпочки. Въ трубочку выростаетъ большая клѣточка цвѣтени, вегетативная же клѣточка съеживается. Внутренняя оболочка цвѣтени (intinium), производитъ пыльцевую трубку, между тѣмъ какъ усаженная маленькими бородавками exinium (exine), которую мы уже раньше видѣли на зрѣлой цвѣтени, сбрасывается. Цвѣтневыя зерна лежатъ въ данномъ случаѣ на внѣшней поверхности верхушки сѣмяпочки, покрытой сосочками, между тѣмъ какъ у различныхъ другихъ Taxineae и близко родственныхъ имъ растеній вершина сѣмяпочки образуетъ полость [5]) для воспринятія цвѣтени, вслѣдствіе чего получается такъ называемая пыльцевая камера. — Если мы желаемъ познакомиться съ приспособленіемъ, вслѣдствіе котораго пыльца попадаетъ въ сѣмяпочку, то необходимо произвесть наблюденія въ природѣ, во время опыленія [6]). Разсматривая женское растеніе около того времени, въ которое цвѣтень высыпается изъ пыльниковъ, мы замѣчаемъ, что каждый цвѣтокъ этого растенія выдѣляетъ изъ микропиле маленькую каплю жидкости. Въ эту каплю попадаютъ приносимыя вѣтромъ зерна пыльцы и всасываются вечеромъ вмѣстѣ съ каплею.

Сосна, Pinus silvestris, представитъ намъ второй и вмѣстѣ крайній примѣръ для строенія женскихъ цвѣтовъ у хвойныхъ. Сосна однодомна, такъ что мужскіе и женскіе цвѣты находимъ на одномъ и томъ же растеніи. — Сѣмяпочки сосны располагаются не одиночно, какъ у Taxus, но развиваются «шишки», въ которыхъ собраны вмѣстѣ многочисленныя сѣмяпочки, сидящія на чешуевидныхъ образованіяхъ. Маленькія шишки сидятъ по одной или по нѣсколько на верхушкахъ побѣговъ одинаковаго возраста. Онѣ сидятъ въ пазухахъ такихъ же покровныхъ листьевъ, какъ и ниже сидящіе двулистные короткіе побѣги; но ихъ положеніе на верхушкѣ побѣга соотвѣтствуетъ положенію вѣтви длинныхъ побѣговъ (Langtriebe) образующихъ вѣтви. Малень-

кія шишки становятся способными къ оплодотворенію большею частію въ концѣ мая и, не смотря на свою сравнительно незначительную величину, бросаются въ глаза, благодаря своему краснобурому цвѣту. Онѣ сидятъ на ножкахъ и имѣютъ вертикальное положеніе; ножка покрыта бурыми чешуйками. Для изслѣдованія и въ данномъ случаѣ можетъ годиться алкогольный матеріалъ, обработанный глицериномъ. Если подъ препарирный микроскопъ положить отдѣльныя части, отдѣленныя отъ оси шишки при помощи скальпеля, и изолировать ихъ иглами, то можно убѣдиться (фиг. 100), что въ пазухахъ нѣжныхъ, обратно-яйцевидныхъ, на краю нѣсколько бахромчатыхъ покровныхъ чешуекъ (*b*), сидятъ сходно устроенныя чешуйки (*f*), но мясистоутолщенныя, съ гладкими краями и срединнымъ килемъ (*c*), выдающимся на внутренней поверхности. Ихъ называютъ плодовыми чешуйками. Съ правой и лѣвой стороны у основанія плодовой чешуйки находимъ по одной сѣмяпочкѣ (*s*), которыя направлены своими микропиле книзу и въ бокъ. Край покрова у микропиле раздѣляется на двѣ лопасти (*m*), расположенныя съ правой и съ лѣвой стороны. Покровная чешуйка и плодовая чешуйка срослись у своего основанія и потому вмѣстѣ отдѣляются отъ оси шишки. — Шишку Abietineae и другихъ, образующихъ шишки, хвойныхъ принимаютъ за одинъ цвѣтокъ или же за соцвѣтіе, смотря по тому, какое значеніе придаютъ плодовой чешуйкѣ. Послѣднюю, именно, разсматриваютъ или какъ плоскій, метаморфозированный и частію сросшійся съ покровнымъ листомъ пазушный побѣгъ, или же какъ плявцентообразный выростокъ плодолистика, который мы принимали до сихъ поръ за покровную чешуйку. Въ первомъ случаѣ мы имѣли бы дѣло съ сидящимъ въ пазухѣ каждаго покровнаго листа побѣгомъ, который несетъ двѣ сѣмяпочки; во второмъ — съ сидящею на верхней сторонѣ плодолистика и несущею двѣ сѣмяпочки плявцентою. Въ первомъ случаѣ шишка была бы соцвѣтіемъ, состоящимъ изъ многихъ плодоносныхъ наружныхъ побѣговъ, во второмъ же — однимъ цвѣткомъ, снабженнымъ многими плодолистиками. — Замѣчательное строеніе плодовой чешуйки объясняется приспособленіемъ къ опыленію [7]), которое можетъ быть наблюдаемо, въ то время, когда происходитъ опыленіе, только на

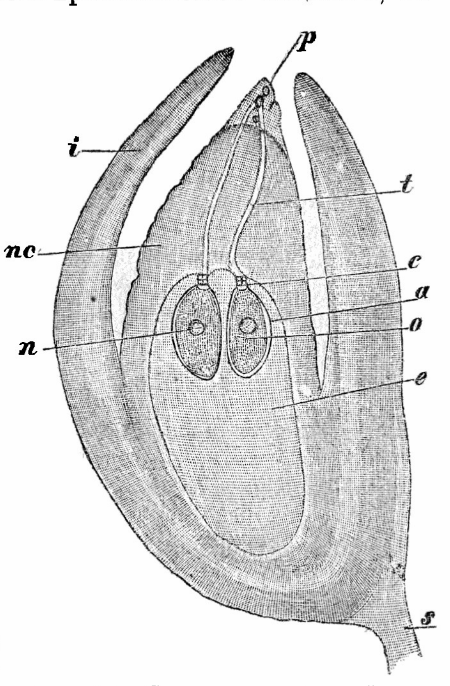


Фиг, 100. Pinus silvestris. Плодовая чешуйка *f* съ двумя сѣмяпочками *s* и килемъ *c*. Сзади покровная чешуйка *b*. У сѣмяпочекъ край покрова выросъ въ два придатка (*m*). Увел. 7 разъ.

свѣжемъ матеріалѣ. Какъ только, именно, мужскіе цвѣты начинаютъ выпускать пыльцу, можно замѣтить удлиненіе оси въ шишечкахъ, вслѣдствіе чего плодовыя чешуйки, вмѣстѣ со своими покровными чешуйками, раздвигаются. Теперь пыльца можетъ попасть на направленныя кверху плодовыя чешуйки, скользитъ по нимъ въ низъ и, направляемая килемъ, попадаетъ межъ двухъ лопастей покрова. Эти лопасти позже заворачиваются и вводятъ, такимъ образомъ, пыльцу въ микропиле и до верхушки ядра сѣмяпочки. Вскорѣ послѣ опыленія плодовыя чешуи снова смыкаются своими краями и склеиваются смолою. Покровныя чешуйки не развиваются дальше, равно какъ и киль плодовыхъ чешуекъ, который становится теперь безполезенъ. Красный цвѣтъ шишки переходитъ въ бурый и, наконецъ, въ зеленый, шишка постепенно опускается и принимаетъ, наконецъ, повисшее положеніе.

Разсмотримъ теперь и дальнѣйшія измѣненія, которыя происходятъ въ опыленной сѣмяпочкѣ хвойныхъ [8]). Со строеніемъ сѣмяпочки мы познакомились у Taxus и видѣли, что въ ней, во время опыленія, зародышевый мѣшокъ представляется только въ видѣ зачатка. Затѣмъ слѣдуетъ дальнѣйшее развитіе сѣмяпочки и притомъ съ различною скоростію, смотря по тому, сколько времени должно пройдти между опыленіемъ и оплодотвореніемъ. У Taxus оплодотвореніе происходитъ около половины іюля того же года; у сосны лишь въ слѣдующемъ году, приблизительно черезъ тринадцать мѣсяцевъ послѣ опыленія. У ели между опыленіемъ и оплодотвореніемъ протекаетъ только шесть недѣль. Въ нижеслѣдующемъ мы будемъ имѣть въ виду только сосну, такъ какъ она представляетъ нѣкоторыя преимущества для изслѣдованія. — Мы зашли бы слишкомъ далеко, если бы пожелали изслѣдовать шагъ за шагомъ увеличеніе зародышеваго мѣшка, развитіе предростковой ткани (эндосперма) и половыхъ органовъ внутри его, увеличеніе и соотвѣтственную дифференцировку всего зачатка сѣмени. Поэтому, мы сразу обратимся къ той фазѣ, на которой яйца уже вполнѣ развились и способны къ оплодотворенію. Такая фаза достигается у обыкновенной ели (Picea vulgaris Lk.) около половины іюня и оплодотвореніе совершается затѣмъ въ теченіи немногихъ дней. Необходимо, поэтому, имѣть свѣжій или же положенный въ алкоголь матеріалъ. Алкогольный матеріалъ удобнѣе свѣжаго для изслѣдованія, такъ какъ онъ обнаруживаетъ яйца фиксированными. Впрочемъ, въ алкоголь должно класть не цѣлыя шишки, а отдѣльныя плодовыя чешуйки. Передъ рѣзаніемъ, алкогольный матеріалъ слѣдуетъ переложить, какъ мы это уже много разъ дѣлали, въ глицеринъ, не менѣе какъ на двадцать четыре часа. — При началѣ изслѣдованія оріентируемся относительно вида цѣлой чешуи. Она имѣетъ обратно-яйцевидную форму, об-

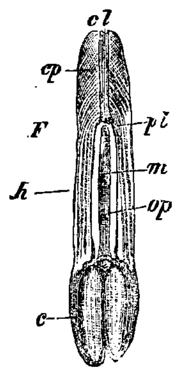
наруживаетъ съ внутренней стороны оба зачатка сѣмени, равно какъ и очертанія «крыльевъ», которыя въ послѣдствіи отдѣляются отъ внутренней поверхности плодовой чешуи, въ видѣ тонкихъ пластинокъ ткани. Снизу, на наружной сторонѣ плодовой чешуи, можно еще замѣтить покровную чешую, которая теперь представляется сравнительно весьма малою. Сѣмяпочки, которыя намъ нужно рѣзать, легко отдѣляются иглами отъ плодовой чешуи въ неповрежденномъ состояніи. Продольные разрѣзы сѣмяпочекъ производятъ между большимъ и указательнымъ пальцами. Рѣзаніе затрудняется сравнительно сильно затвердѣвшимъ покровомъ, вслѣдствіе чего намъ необходимо нѣсколько измѣнить нашъ способъ препарированія. Ножницами разрѣзываемъ сѣмяпочку въ поперечномъ направленіи приблизительно пополамъ, затѣмъ беремъ пальцами верхнюю, т. е. содержащую верхушку сѣмяпочки половину и пинсетомъ извлекаемъ изъ разрѣза верхнюю часть зародышеваго мѣшка, вмѣстѣ съ ядромъ сѣмяпочки. Продольные разрѣзы этихъ мягкихъ частей получаются уже легко.—Красящія вещества можно примѣнять только съ большою осторожностію, потому что они окрашиваютъ всю протоплазму яицъ и легко могутъ ихъ сдѣлать непрозрачными. — Разсмотримъ сначала продольный разрѣзъ способной къ оплодотворенію сѣмяпочки при слабомъ увеличеніи. Вся сѣмяпочка, вмѣстѣ съ ея покровомъ, разрѣзаны въ перпендикулярномъ къ мѣсту ея прикрѣпленія направленіи, она намъ представляется, слѣдовательно, въ срединно-продольномъ разрѣзѣ (фиг. 101). Мы различаемъ въ ней покровъ (*i*), который развивается въ кожуру сѣмяни и около половины своей высоты отдѣляется отъ ядра сѣмяпочки; ядро сѣмяпочки, которое несетъ на своей верхушкѣ



Фиг. 101. Срединно-продольный разрѣзъ способной къ оплодотворенію сѣмяпочки Picea vulgaris Lk. *e*—зародышевый мѣшокъ; *a*—архегоній, и именно его брюшная часть, *c*—его шейка; *n*—ядро въ яйцѣ; *nc*—ядро сѣмяпочки (nucellus); *p*—зерна цвѣтени на вершинѣ ядра сѣмяпочки; *t* — пыльцевыя трубки, проходящія по ядру сѣмяпочки; *i*—покровъ; *s*—крыло сѣмени. Увел. 9 разъ.

зерна пыльцы (*p*), лежащія частію снаружи, частію же погруженными въ ткань, нѣкоторыя произвели уже пыльцевыя трубки (*t*), которыя проникаютъ чрезъ верхнюю часть ядра сѣмяпочки, чтобы достигнуть зародышеваго мѣшка; зародышевый мѣшокъ (*e*) эллиптической формы, наполненный эндоспермомъ (вѣрнѣе предростковой тканью); архегоніи, которыя здѣсь называли прежде корпускулами и которыхъ брюшная часть (*a*) различается легко, шейка же (*c*) трудно; внутри каждаго архегонія одно яйцо (*o*), которое въ алкогольномъ матеріалѣ представляется желто-бурымъ и содержитъ внутри большое клѣточное ядро (*n*); наконецъ, у основанія сѣмяпочки, зачатокъ крыла (*s*). — Если сдѣлать разрѣзъ по тому же направленію изъ свѣжей, такого же возраста сѣмяпочки, то увидимъ тѣже черты строенія, но содержимое архегонія часто окажется вытекшимъ. Если разрѣзъ коснулся нѣкоторыхъ архегоніевъ, не вскрывши ихъ, то яйца представятся намъ въ видѣ желтоватыхъ, пѣнистыхъ протоплазматическихъ массъ, въ которыхъ едва можно различать центральное ядро или же оно, въ болѣе благопріятномъ случаѣ, имѣетъ видъ вакуоли. Яйца вскорѣ страдаютъ отъ вбираемой снаружи воды; если разрѣзъ долженъ сохраняться въ теченіи болѣе продолжительнаго времени, то хорошо помѣщать его въ разбавленный водою бѣлокъ изъ куринаго яйца, къ которому прибавляютъ немного камфоры, чтобы онъ дольше не портился [9]). На такихъ препаратахъ не трудно видѣть и шейку архегонія. Она состоитъ изъ двухъ и до четырехъ этажей клѣточекъ. Подъ шейкою можно найдти маленькую клѣточку, соотвѣтствующую брюшко-канальчиковой клѣточкѣ сосудистыхъ тайнобрачныхъ; для ея образованія яйцо дѣлится незадолго до созрѣванія. Брюшная часть архегонія окружена слоемъ плоскихъ, богатыхъ содержимымъ клѣточекъ, подобнымъ покрову, который мы наблюдали вокругъ брюшной части архегонія папоротниковъ. Чтобы оріентироваться относительно числа и положенія архегоніевъ, производимъ рядъ послѣдовательныхъ поперечныхъ разрѣзовъ верхней части сѣмяпочки. Такимъ образомъ мы убѣждаемся, что въ вершинѣ зародышеваго мѣшка находится отъ трехъ до пяти архегоніевъ, расположенныхъ въ видѣ круга. Разрѣзы, коснувшіеся вершины зародышеваго мѣшка, обнаруживаютъ намъ шейки архегоніевъ сверху, въ видѣ розетокъ изъ шести и до восьми клѣточекъ. Если нашъ матеріалъ собранъ во время оплодотворенія, то нѣкоторыя пыльцевыя трубки можно бываетъ прослѣдить до самаго яйца и замѣтить въ нижнемъ концѣ яйца четырехклѣтную розетку, отъ которой въ ткань предростка идетъ четыре вмѣстѣ соединенныя трубочки. Изъ четырехъ конечныхъ клѣточекъ этихъ трубочекъ произойдетъ зародышъ.

Сѣмя созрѣваетъ въ октябрѣ. Въ это время оно легко отдѣляется, вмѣстѣ съ крыломъ, отъ плодовой чешуи. Крыло проходитъ вдоль внутренней стороны сѣмени, между этимъ послѣднимъ и плодовой чешуей,и сѣмя въ послѣдствіи легко отпадаетъ отъ крыла, оставляя на немъ вогнутое мѣсто. Клѣточки оболочки сѣмени, какъ показываютъ поперечные и продольные разрѣзы, утолщены почти до совершенной потери полости. Одна часть предростковой ткани, въ качествѣ «бѣлка» или эндосперма, сильно наполнена запасными веществами и сохранилась въ сѣмени. Она образуетъ мѣшокъ, окружающій зародышъ. Этотъ мѣшокъ открытъ со стороны микропиле и въ этомъ мѣстѣ корневой конецъ сѣмени прилегаетъ къ остаткамъ вытѣсненнаго ядра сѣмяпочки. Зародышъ легко можно вынуть изъ разрѣзаннаго вдоль сѣмени. Онъ представляется въ видѣ валика, постепенно утолщающагося къ сѣмянодольному концу. Будучи наполненъ запасными веществами, онъ бѣлаго цвѣта и непрозраченъ, подобно бѣлку сѣмени. Сдѣлавъ между пальцами срединно-продольный разрѣзъ зародыша, помѣщаемъ его въ карболовую кислоту, разбавленную небольшимъ количествомъ алкоголя. Препаратъ прекрасно просвѣтлится (гораздо лучше, чѣмъ въ ѣдкомъ кали и лучше даже, чѣмъ хлоралгидратѣ), такъ что можно будетъ прослѣдить каждый рядъ клѣточекъ. Мы видимъ (фиг. 102), что сѣмянодоли (*c*) немного короче третьей части всего зародыша, въ низу между ними видѣнъ конусъ возростанія стебелька. Самъ стебелекъ (cauliculus), называемый подсѣмянодольнымъ колѣномъ (*h*) или гипокотилемъ (Hypocotyl), переходитъ, безъ рѣзкой границы, въ корешокъ (radicula). Послѣдній состоитъ главнымъ образомъ изъ конуса возростанія, который ясно обнаруживается внутри зародыша, въ видѣ плеромной верхушки (*pl*) корня, между тѣмъ какъ ряды клѣточекъ коры подсѣмямнодольнаго колѣна переходятъ непосредственно въ параболическіе слои корневаго чехлика (*cp*), строеніе, свойственное корнямъ всѣхъ голосѣмянныхъ, такъ какъ мы видимъ у нихъ, что ряды клѣточекъ коры корня непосредственно переходятъ въ слои клѣточекъ корневаго чехлика (срав. Thuia, стр. 172). Вдоль продольной оси корневаго чехлика проходитъ замѣтный столбикъ (*cl*) изъ табличатыхъ, прямыми рядами расположенныхъ клѣточекъ. Уже въ подсѣмянодольномъ колѣнѣ начинаетъ обособляться сердцевинная ткань (*m*), а вокругъ нея удлиненныя



Фиг. 102. Продольный разрѣзъ зрѣлаго зародыша. *c* — сѣмянодоля; *h* — подсѣмянодольное колѣно; *pl* — верхушка плеромы; *cp*-корневой чехликъ; *cl* — срединный столбикъ этого послѣдняго; *m*—сердцевина; *op* — кольцо прокамбія въ подсѣмянодольномъ колѣнѣ. Увел. 10.

клѣточки прокамбіальнаго кольца (*op*), въ которомъ возникнутъ сосудистые пучки. Эти клѣточки можно прослѣдить на нѣкоторомъ протяженіи и въ срединно разрѣзанныхъ сѣмянодоляхъ (срав. фигуру). — Такимъ образомъ, здѣсь въ зародышѣ уже заложены существенныя части будущаго растенія.

Примѣчанія къ XXVII-му упражненію.

[1]) Срав. Strasburger, Coniferen u. Gnetaceen pag. 120. Eichler, Blüthendiagramme Bd. I, pag. 58. Goebel, Grundzüge, pag. 363.

[2]) Strasburger, Coniferen und Gnetaceen, pag. 2.

[3]) Strasburger, Angiosp. u. Gymnosp. pag, 109.

[4]) Strasburger, Angiosp. u. Gymnosp. pag. 100. Goebel. Bot. Ztg. 1881, Sp. 681.

[5]) Strasburger, Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. VI. 1871. pag. 250.

[6]) Тамъ-же, pag. 250, Conif. u. Gnet. pag. 265

[7]) Strasburger, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. VI. pag. 251. Conif. u. Gnet. p. 267.

[8]) Срав. Strasburger, Befr. b. d. Conif.; Coniferen u. Gnetaceen p. 274. Befr. u Zellth. a. v. O. Angiospermen und Gymnospermen pag. 140. Горожанкинъ, о корпускалахъ и половомъ процессѣ у голосѣмянныхъ растеній. 1880.

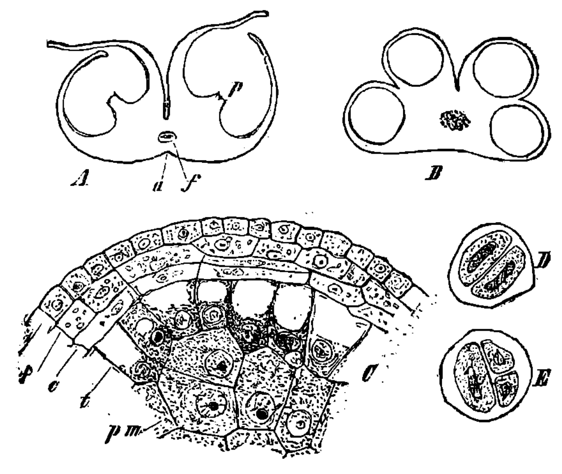
[9]) Strasburger, Befr. b. d. Conif. pag. 8.

XXVIII. Упражненіе.

Андроцей покрытосѣмянныхъ.

Совокупность мужскихъ половыхъ органовъ цвѣтка покрытосѣмянныхъ составляетъ андроцей (androcoeum). Отдѣльная тычинка или пыльниковый листъ (stamen) [2]) состоитъ изъ нитевидной большею частію ножки, нити (filamentum), и пыльника. Послѣдній состоитъ изъ двухъ продольныхъ половинъ, которыя раздѣляются верхнею частію нити, называемой связникомъ. Лучше, однако, считать связникъ составною частію пыльника. Въ ткани каждой половины пыльника обыкновенно находится два пыльцевыхъ мѣшка (гнѣзда пыльника). Каждое гнѣздо соотвѣтствуетъ микроспорангію. Познакомимся сперва съ тычинкою какого-нибудь крупноцвѣтнаго растенія, напр. часто культивируемой въ садахъ Hemerocallis fulva. Желтая нить имѣетъ здѣсь весьма значительную длину, кверху становится тоньше и сильно заостряется у мѣста прикрѣпленія пыльника. Послѣдній бураго цвѣта, подвижно (versatilis) прикрѣпленъ къ нити. Связникъ представляется съ наружной сто-

роны пыльника въ видѣ узкой полоски, проходящей между двумя половинами пыльника. Зрѣлая пыльца (pollen), разсматриваемая въ сухомъ состояніи на предметной пластинкѣ, имѣетъ форму зеренъ кофе. Она желтаго цвѣта и украшена на поверхности сѣтевидными полосками. Если во время наблюденія пустить подъ покровное стеклышко воды, то увидимъ, что каждая клѣточка цвѣтени, будучи смочена, расправляетъ свою складку, становится сильно выпуклою на соотвѣтственной сторонѣ и принимаетъ форму односторонне приплюснутаго эллипсоида. Оболочка прежде вогнутаго мѣста обнаруживаетъ сравнительно значительную толщину, безцвѣтна, не украшена рисункомъ и рѣзко отличается отъ покрытой рисункомъ, буроватой части оболочки. Точная установка удобно лежащей цвѣтневой клѣточки показываетъ, что она окружена только одной оболочкой и что безцвѣтная часть оболочки, утончаясь на своихъ краяхъ, непосредственно переходитъ въ окрашенную часть. Между пыльцею въ препаратѣ находится вездѣ оранжевокрасное масло, пристающее также къ поверхности пыльцы и придающее ей въ сухомъ состояніи желтую окраску. Содержимое цвѣтени представляется сѣрымъ, мелкозернистымъ. По прошествіи короткаго времени, въ теченіи котораго пыльца постоянно увеличивается, она лопается и содержимое ея выходитъ червеобразно въ окружающую



Фиг. 103. Hemerocallis fulva. *A* поперечный разрѣзъ почти зрѣлаго пыльника, гнѣзда котораго вскрыты разрѣзомъ *p* стѣнка между двумя гнѣздами; *f* сосудистый пучокъ связника. Увелич. 14. *B* Поперечный разрѣзъ молодаго пыльника. Увелич. 28. *C* Часть предъидущаго поперечнаго разрѣза, одного гнѣзда. *E* Эпидермисъ; *f* будущій волокнистый слой; *c* вытѣсняемый позже слой; *t* выстилающій слой (Tapetenschicht), въ послѣдствіи растворяющійся; *p* материнскія клѣточки цвѣтени. Увелич. 240. *D* и *E* раздѣлившіяся материнскія клѣточки цвѣтени. Увелич. 240.

воду. Въ сахарномъ растворѣ надлежащей концентраціи цвѣтень округляется, не лопаясь, и можетъ быть наблюдаема въ неповрежденномъ видѣ. Если подѣйствовать на цвѣтень концентрированною сѣрною кислотою, то безцвѣтная, не окрашенная часть ея стѣнки сейчасъ-же растворяется, а покрытая рисункомъ, буроватая, напротивъ, сохраняется: она кутинизирована. Въ открытомъ пыльникѣ, въ которомъ цвѣтень имѣетъ складку, кутинизированный слой долженъ защищать всю цвѣтневую клѣточку. Какъ это видно на сухой цвѣтени, края кутинизированной части оболочки сходятся вдоль складки, такъ что не кутинизированная часть совершенно скрывается въ складкѣ. Она обнаруживается только на швѣ, когда цвѣтень въ этомъ мѣстѣ разбухаетъ и выростаетъ въ цвѣтневую трубку. Экзиніумъ и интиніумъ, т. е. особый наружный и внутренній край, у цвѣтени Hemerocallis fulva, какъ мы видимъ, различать нельзя, такъ какъ стѣнка нигдѣ не обнаруживаетъ двойнаго строенія. Ея кутинизированная часть функціонируетъ, именно, какъ экзиніумъ, между тѣмъ какъ не кутинизированная имѣетъ такое значеніе, какое въ другихъ случаяхъ принадлежитъ интиніуму. Подъ вліяніемъ сѣрной кислоты структура кутинизированной части оболочки становится очень ясною. Разсматриваемая сверху, при сильномъ увеличеніи, она обнаруживаетъ меандрическую сѣть съ красными, волнистыми стѣнками. Во многихъ петляхъ видно синее съ неправильными очертаніями тѣло, которое представляетъ собою масло, прежде имѣвшее желтый цвѣтъ, но отъ сѣрной кислоты посинѣвшее. Сама-же кутинизированная часть оболочки пожелтѣла. Если теперь сдѣлать установку относительно оптическаго разрѣза, то легко можно различить сплошной внутренній слой оболочки, на которомъ сидятъ выдающіяся полоски. Наружный край полосокъ разбухъ, вслѣдствіе чего они представляются на оптическомъ разрѣзѣ булавовидными. При разсматриваніи съ плоскости, поля петель представляются покрытыми на днѣ мелкими точками, а оптическій разрѣзъ показываетъ, что точки эти въ дѣйствительности маленькіе бугорки, сидящіе на внутреннемъ слоѣ оболочки. Послѣ дѣйствія сѣрной кислоты въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, оболочка становится краснобурою, между тѣмъ какъ содержимое цвѣтени принимаетъ въ тоже время розовый цвѣтъ, отношеніе, нерѣдко обнаруживаемое протоплазмой къ сѣрной кислотѣ. [2]) Въ 25$^0/_0$ растворѣ хромовой кислоты некутинизированная часть оболочки и содержимое цвѣтени быстро растворяются, между тѣмъ какъ кутинизированная часть сохраняется болѣе долгое время; наконецъ, отъ послѣдняго сохраняется только сѣтка, которая позже тоже исчезаетъ.

Сдѣлаемъ теперь поперечные разрѣзы пыльниковъ; лучше всего взять сначала цвѣточную почку, достигшую двухъ третей

своей длины, и сдѣлать изъ нея поперечные разрѣзы. Затѣмъ иглами удаляютъ изъ препарата поперечные разрѣзы листьевъ околоцвѣтника. Хотя мы избрали для изслѣдованія такой молодой цвѣтокъ, но всѣ гнѣзда пыльниковъ оказываются уже открытыми. Это потому, что открыванiе ихъ происходитъ весьма легко и обусловливается, при дѣланiи разрѣзовъ, давленiемъ бритвы. Прилагаемое изображенiе (фиг. 103. *A*) поможетъ намъ орiентироваться. Стѣнки гнѣздъ отрываются отъ перегородки, раздѣляющей гнѣзда каждой половины пыльника (въ *p*), причемъ уменьшается ихъ изгибъ. Обѣ половины пыльника соединены между собою связникомъ, по которому проходитъ сосудистый пучокъ (*f*). Если разсмотримъ нашъ поперечный разрѣзъ при болѣе сильномъ увеличенiи, то увидимъ снаружи его эпидермисъ изъ плоскихъ, наполненныхъ фiолетовымъ ячейковымъ сокомъ клѣточекъ. Эти клѣточки эпидермиса выпуклы наружу. У краевъ стѣнокъ гнѣздъ высота ихъ быстро уменьшается. Въ этомъ мѣстѣ происходитъ отрыванiе отъ средней перегородки. По всей поверхности пыльника разсѣяны дыхательныя устьица. Подъ ними лежитъ небольшая дыхательная полость. За эпидермисомъ слѣдуетъ въ стѣнкѣ гнѣзда одинъ слой сравнительно высокихъ, съ кольчатыми утолщенiями клѣточекъ, это такъ называемый волокнистый слой. Кольца стоятъ въ этихъ клѣточкахъ перпендикулярно къ поверхности, мѣстами переходятъ въ спиральные обороты и, кромѣ того, во многихъ мѣстахъ сѣтевидно анастомозируютъ. Къ спинной сторонѣ пыльника стѣнки гнѣздъ постепенно утолщаются, вслѣдствiе того что слой волокнистыхъ клѣточекъ удваивается. Остальная масса пыльника состоитъ изъ волокнистыхъ клѣточекъ. Только клѣточки, окружающiя сосудистый пучокъ связника, равно какъ и тѣ (*p*), которыя образуютъ перегородку между гнѣздами, не имѣютъ утолщенiй. Чтобы сдѣлать плоскостные разрѣзы пыльниковъ, беремъ опять цвѣточную почку, выросшую до двухъ третей своей величины. Плоскостные разрѣзы показываютъ намъ, что клѣточки эпидермиса расположены надъ гнѣздами продольно, а клѣточки волокнистаго слоя — поперечно. Иное замѣчается на спинной сторонѣ пыльника, гдѣ клѣточки болѣе изодiаметричны. Надъ гнѣздами полоски утолщенiй выражены съ наружной стороны слабѣе, часто даже едва замѣтны. При высыханiи внутреннiя, т. е. обращенныя къ полости клѣточекъ, пластинки полосокъ утолщенiя сокращаются сильнѣе наружныхъ, вслѣдствiе чего происходитъ растрескиванiе гнѣздъ. У покрытосѣмянныхъ, подобно тому какъ у Taxus, внѣшняя поверхность волокнистыхъ клѣточекъ часто совершенно не имѣетъ утолщенiя, такъ что полоски ихъ утолщенiй представляютъ U—образныя или корзинкообразныя фигуры, обращенныя отверстiемъ наружу; понятно что подобное устройство помогаетъ стѣнкамъ дѣлаться

съ наружной стороны вогнутыми. — Чтобы съ точностію опредѣлить отношеніе нити къ пыльнику, сдѣлаемъ еще срединно-продольный разрѣзъ верхней части тычинки, разрѣзъ, который вмѣстѣ съ тѣмъ пройдетъ между обѣими половинами пыльника. Мы увидимъ, что нить у мѣста своего прикрѣпленія сильно утончается. Ея пучокъ переходитъ въ связникъ и проходитъ по послѣднему, постепенно исчезая, почти до самой вершины пыльника. Окружающія сосудистый пучокъ, неволокнистыя клѣточки можно видѣть и здѣсь, переходящими изъ нити въ связникъ.— Чтобы получить поперечный разрѣзъ съ закрытыми гнѣздами пыльника, выбираемъ все болѣе и болѣе молодыя цвѣточныя почки, пока не получимъ требуемаго (фиг. 103 *B*).

Если теперь сдѣлаемъ поперечные разрѣзы цвѣточныхъ почекъ, достигшихъ длины около 6 или 7 *mm.*, то въ стѣнкахъ гнѣздъ, кромѣ эпидермиса, найдемъ еще (фиг. 103, *c*, *e*) два или три слоя плоскихъ (*f*, *c*) и одинъ слой радіально удлиненныхъ клѣточекъ (*t*). Послѣднія окружаютъ все гнѣздо. Полость гнѣзда заполнена многогранными материнскими клѣточкати цвѣтени.

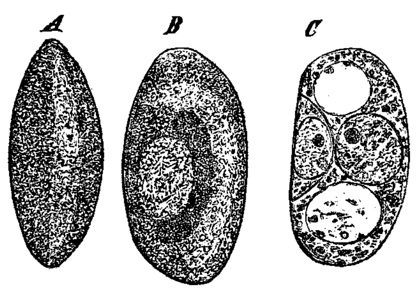
Если затѣмъ сдѣлаемъ поперечные разрѣзы цвѣточныхъ почекъ, длина которыхъ около 1 *cm.*, то увидимъ материнскія клѣточки цвѣтени уже изолированными и дѣлящимися. Эти материнскія клѣточки цвѣтени отличаются своими бѣлыми, толстыми, сильно преломляющими свѣтъ стѣнками, содержимое ихъ раздѣлилось на двѣ или даже на четыре клѣточки, которыя расположены въ одной (фиг. 103 *D*) или двухъ перекрещивающихся плоскостяхъ (фиг. 103 *E*). Цвѣтень развивается, слѣдовательно, подобно спорамъ, дѣленіемъ материнскихъ клѣточекъ на четыре части. Стѣнка пыльника устлана «выстилающими клѣточками» (Tapetenzellen), которыя наполнены желтобурымъ содержимымъ. Онѣ произошли изъ самаго внутренняго, окружающаго гнѣздо слоя (*t*). Въ нѣсколько болѣе старыхъ цвѣточныхъ почкахъ стѣнки материнскихъ клѣточекъ цвѣтени уже растворились, молодыя клѣточки лежатъ свободно; выстилающія клѣточки большею частію утратили свое самостоятельное значеніе, ихъ содержимое расположилось между молодыми клѣточками пыльцы. Слой плоскихъ клѣточекъ (*f*), лежавшихъ подъ эпидермисомъ, сильно выросъ и образуетъ волокнистый слой, между тѣмъ какъ слѣдовавшій за нимъ слой раздавленъ и разрушенъ. Какъ показываютъ еще болѣе старыя почки, не потребленная еще часть выстилающихъ клѣточекъ, особенно на периферіи гнѣзда, принимаетъ интенсивную желтобурую окраску, маслянисто блестящій видъ и образуетъ, такимъ образомъ, маслянистое вещество, которое находится вокругъ клѣточекъ цвѣтени, а не на нихъ.

Виды Lilium представляютъ тоже, что Hemerocallis. Но явленія дифференцировки происходятъ въ ихъ пыльникахъ нѣ-

сколько позже. Въ цвѣточныхъ почкахъ Lilium candidum, croceum и др., достигшихъ длины двухъ сантиметровъ, материнскія клѣточки отличаются по желтобурому цвѣту ихъ содержимаго. Гиподермальныя, равно какъ и всѣ прочія клѣточки, получающія позже утолщенія, сильно наполнены зернами крахмала.

Funkia ovata представляетъ весьма удобный объектъ для изслѣдованія и подобна Hemerocallis и Lilium, тоже и Agapanthus umbellatus и мн. др. Удобны также Tulipa и Hyacinthus orientalis. У Tulipa нить такъ сильно заостряется подъ пыльникомъ, что этотъ послѣдній можетъ вращаться; у Hyacinthus пыльники почти сидящіе на околоцвѣтникѣ.

Не такъ хорошо рѣжется Tradescantia virginica; мы изслѣдуемъ ее въ отношеніи цвѣтени. Поперечные разрѣзы цвѣточныхъ почекъ, достигшихъ двухъ третей своей окончательной величины, представляютъ намъ половины пыльника, сильно раздвинутыя съ сравнительно сильно вытянутымъ въ ширину связникомъ. Стѣнки гнѣздъ редуцированы на два слоя и образовались уже утолщенія у клѣточекъ внутренняго слоя. Молодыя клѣточки цвѣтени лежатъ въ желтобуромъ веществѣ, которое происходитъ, какъ мы уже знаемъ, изъ выстилающихъ клѣточекъ. Перегородка между двумя половинами пыльника здѣсь такъ развита и такъ сильно выдается впередъ, что снаружи между двумя гнѣздами углубленіе едва замѣтно. Въ мѣстѣ прикрѣпленія стѣнокъ гнѣздъ къ перегородкѣ, волокнистый слой вдругъ прекращается и въ этомъ именно мѣстѣ происходитъ позже и открываніе. Разсматриваніе стѣнокъ гнѣздъ съ плоскости и въ данномъ случаѣ обнаруживаетъ продольное расположеніе эпидермиса, поперечное волокнистаго слоя и почти полное отсутствіе утолщеній на наружныхъ стѣнкахъ клѣточекъ.



Фиг. 104. Tradescantia virginica. *A* Клѣточка цвѣтени сухая, *B* въ водѣ, *C* молодая цвѣтень въ водѣ, видна вегетативная клѣточка. Увелич. 540.

Если разсмотримъ въ лупу тычинки изъ готовой къ распусканію почки, то увидимъ, что красивые сѣрножелтаго цвѣта пыльники прикрѣплены къ фіолетовымъ нитямъ, покрытымъ фіолетовыми волосками. Сухія клѣточки цвѣтени имѣютъ теперь съ одной стороны складку (фиг. 104 *A*). Въ водѣ складка расправляется и цвѣтень становится почти эллипсоидальною, но болѣе выпуклою на сторонѣ, соотвѣтствующей складкѣ. Ея оболочка украшена нѣжнымъ меандрическимъ рисункомъ; вогнутая часть обнаруживаетъ такую же структуру и отличается только

немного болѣе свѣтлой окраской и болѣе слабой кутинизаціей. Въ мелкозернистомъ содержимомъ можно различать два болѣе свѣтлыхъ, гомогенныхъ пятна. Это два клѣточныхъ ядра, изъ которыхъ одно имѣетъ червеобразную, а другое эллиптическую форму. Прочее содержимое цвѣтени весьма равномѣрно мелкозернистое. Черезъ нѣкоторое время цвѣтень начинаетъ лопаться, причемъ ядра выдавливаются вмѣстѣ съ содержимымъ. Оба ядра можно прекрасно видѣть, если раздавить цвѣтень въ каплѣ уксуснокислаго-метильгрюнъ или уксуснокислаго іодгрюнъ. Червеобразное ядро окрашивается сильнѣе и при своемъ выходѣ часто значительно вытягивается. Если цвѣтень положить въ названные реактивы, то ядра представятся намъ въ ихъ натуральномъ положеніи внутри цвѣтени и притомъ червеобразное ядро очень сильно, а эллиптическое опять слабѣе окрашеннымъ. Прочія части цвѣтени остаются въ тоже время неокрашенными. — Если цвѣтень лежитъ въ водѣ, къ которой прибавлена капля раствора іода въ іодистомъ кали, то увидимъ, раздавивъ цвѣтень, въ вышедшемъ и окрасившемся въ желтобурый цвѣтъ содержимомъ, окрашенныя въ синій цвѣтъ зернышки крахмала. —Перейдемъ теперь къ изслѣдованію болѣе молодыхъ цвѣтовъ, вынемъ изъ цвѣточныхъ почекъ, величиною въ 6 *mm.*, пыльникъ и раздавимъ его въ водѣ; въ такомъ случаѣ мы увидимъ цвѣтень частію съ однимъ клѣточнымъ ядромъ, частію же такую, какъ на фиг. 103 *c*, у которой два ядра лежатъ очень близко другъ возлѣ друга. Но эти ядра отдѣлены одно отъ другаго посредствомъ перегородки, имѣющей форму часоваго стекла, которая окружаетъ одно ядро, вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ протоплазмы. Эта плоская съ основанія, почти круглая клѣточка лежитъ всегда на болѣе плоской сторонѣ цвѣтени, въ послѣдствіи противуположной складкѣ. Въ нѣсколько болѣе старыхъ цвѣточныхъ почкахъ можно видѣть, что эта клѣточка отдѣлилась отъ стѣнки цвѣтени и лежитъ свободно въ ея содержимомъ. Она вытянулась въ длину, соотвѣтственно съузилась и, вмѣстѣ съ тѣмъ, заострилась на обоихъ концахъ; за исключеніемъ обоихъ своихъ концовъ, она заполнена своимъ ядромъ. [4]) Въ почти зрѣлой цвѣтени особая граница этого ядра изчезаетъ, оно лежитъ поэтому совершенно свободнымъ и еще больше червеобразно вытянулось. Сравненіе съ голосѣмянными прежде всего вызываетъ предположеніе, что маленькая клѣточка есть клѣточка вегетативная; въ дѣйствительности же это генеративная клѣточка и именно ея сильнѣе окрашивающееся ядро участвуетъ въ оплодотвореніи. — Различіе въ окраскѣ генеративнаго и вегетативнаго клѣточнаго ядра обыкновенно гораздо значительнѣе, чѣмъ у Tradescantia.—Описанныя наблюденія, насколько они касались очень молодыхъ стадій, можно было производить въ чистой водѣ; для болѣе старыхъ фазъ необходимо

прибѣгать къ помощи метильгрюнъ — или іодрюнъ — уксусной кислотѣ.—Виды Leucojum совершенно подобны Tradescantia.

Если вскрыть готовую къ распусканію почку Oenothera biennis, то найдемъ, что пыльники уже порастрескивались и выпорожнили свою цвѣтень. Послѣдняя удерживается между пыльниками посредствомъ висцинообразныхъ нитей. Если перенесть такія нити на предметную пластинку, то онѣ представляются подъ микроскопомъ въ видѣ чрезвычайно нѣжныхъ, частію прямо вытянутыхъ, частію волнисто извивающихся пучковъ. Цвѣтень въ сухомъ состояніи непрозрачна, но ихъ трехъугольная форма сразу бросается въ глаза. Въ водѣ, при болѣе сильномъ увеличеніи, она представляется въ видѣ нѣсколько плоскихъ, равносторонне трехъугольныхъ тѣлъ, съ бородавчато выдающимися углами. У основанія каждой такой бородавки замѣчается кольцеобразное утолщеніе оболочки. Содержимое цвѣтени мелкозернисто; присутствіе обоихъ ядеръ въ содержимомъ зрѣлой цвѣтени открывается чрезвычайно трудно. Въ сѣрной кислотѣ оболочка цвѣтени принимаетъ краснобурый цвѣтъ. При этомъ отъ внутренняго, болѣе толстаго, краснобураго слоя оболочки отдѣляется, образуя складки, наружный слой, тонкій, окрашенный въ желтый цвѣтъ. Оба слоя соединяются въ стѣнкахъ бородавокъ. На внутреннихъ стѣнкахъ бородавокъ выдаются зубцы, такъ что стѣнки эти кажутся пористыми. Верхушки бородавокъ растворяются въ сѣрной кислотѣ. Тонкія нити, соединяющія цвѣтень, противустоятъ дѣйствію воды, сѣрной кислоты и ѣдкаго кали и не растворимы также и въ алкоголѣ. Если обработать цвѣтень 25% хромовой кислотой, то ея оболочка вскорѣ растворяется, и притомъ сильно кутинизированныя части нѣсколько раньше не кутинизированныхъ или слабо кутинизированныхъ, которыя остаются на выдающихся бородавкахъ содержимаго, въ видѣ безцвѣтныхъ, разбухшихъ колпачковъ. Нѣсколько позже и они растворяются, а наконецъ дѣйствію хромовой кислоты поддаются и висциновыя нити между цвѣтенью. Съ рыльца болѣе стараго цвѣтка можно снять цвѣтень, пустившую уже трубки. Трубка развивается обыкновенно только изъ одной бородавки или-же только одна изъ образовавшихся трубочекъ развивается дальше. Оболочка трубочки переходитъ безъ перерыва въ боковыя стѣнки бородавки, особаго интиніума, отграниченнаго отъ наружнаго слоя, не существуетъ. [5]) Вмѣсто Oenothera, для изслѣдованія годятся также Epilobium или Fuchsia.

Разсмотримъ еще нѣкоторыя другія цвѣтени, имѣющія характерную форму. Malvaceae отличаются особенно крупною цвѣтенью; разсмотримъ цвѣтень Althaea rosea. Въ водѣ она представляется шаровидною, непрозрачною, покрытою безцвѣтными шипами. Она становится прекрасно прозрачною въ карболовой кислотѣ и хлоралгидратѣ, гораздо меньше въ гвоздичномъ маслѣ,

еще меньше въ лимонномъ маслѣ. Лучше всего препараты въ карболовой кислотѣ, такъ что мы будемъ держаться этихъ послѣднихъ. Поверхностный видъ цвѣтени въ такихъ препаратахъ показываетъ, что безцвѣтная оболочка усажена на приблизительно равныхъ разстояніяхъ большими, острыми шипами. Между ними находятся другіе, тупые, короткіе, различной толщины. Оболочку пробадаютъ равномѣрно распредѣленныя отверстія, которыя представляются розовыми. Основная поверхность оболочки покрыта мелкими точками. Содержимое цвѣтени является равномѣрно мелкозернистымъ, клѣточныя ядра обнаруживаются весьма трудно. Оптическій разрѣзъ цвѣтени очень ясно обнаруживаетъ форму большихъ и мелкихъ шиповъ и прободающихъ оболочку каналовъ. Очень нѣжный, существующій въ дѣйствительности интиніумъ, обнаруживается только въ видѣ контура вокругъ содержимаго; онъ вдается немного соскообразно въ каналы экзиніума. Въ концентрированной сѣрной кислотѣ экзиніумъ вскорѣ окрашивается въ краснобурый цвѣтъ и очень ясно обнаруживаетъ свое строеніе и въ этомъ случаѣ.

Такія-же особенности представляетъ цвѣтень и большинства другихъ мальвовыхъ растеній. У часто разводимой Malva crispa, напримѣръ, цвѣтень устроена совершенно такимъ-же образомъ, но съ тою лишь разницею, что всѣ шипы одинаковой величины; между шипами распредѣлены мѣста образованія цвѣтневыхъ трубокъ и, кромѣ того, оболочка покрыта мелкими точками.

Крупная цвѣтень различныхъ видовъ Cucurbita издавна обращалъ на себя вниманіе, благодаря крышечкамъ, покрывающимъ въ экзиніумѣ мѣста для выхода цвѣтневыхъ трубочекъ. Въ водѣ изъ поверхности экзиніума выступаютъ желтыя капельки масла, цвѣтень вскорѣ выпускаетъ свое содержимое и тогда обнаруживается строеніе оболочки. Экзиніумъ покрытъ равномѣрно распредѣленными большими шипами, между которыми находятся многочисленные мелкіе шипы. Мѣста для выхода цвѣтневыхъ трубочекъ круглыя, крышечки односторонне или совершенно приподняты выпятившимся наружу интиніумомъ. Крышка имѣетъ такое-же строеніе, какъ и прилежащій экзиніумъ и снабжена однимъ или нѣсколькими шипами. Очень хорошіе препараты получаются въ лимонномъ маслѣ, менѣе пригодные въ гвоздичномъ маслѣ. Съ другой стороны, препараты въ хлоралгидратѣ должно предпочесть препаратамъ въ карболовой кислотѣ. Словомъ, для каждаго объекта необходимо путемъ опыта опредѣлять наилучшій способъ просвѣтленія. На препаратахъ въ лимонномъ маслѣ и хлоралгидратѣ опредѣляемъ положеніе крышечки въ экзиніумѣ, въ который онѣ вклиниваются своимъ нѣсколько расширеннымъ основаніемъ. Подъ крышечкою видно утолщеніе интиніума. Въ сѣрной кислотѣ капли масла на экзиніумѣ синѣютъ. Экзиніумъ медленно буреетъ.

Крышечки сбрасываются выступающимъ наружу содержимымъ. Въ 25% хромовой кислотѣ вся оболочка цвѣтени вскорѣ растворяется; интиніумъ противустоитъ ея дѣйствію нѣсколько дольше и представляется въ моментъ исчезновенія экзиніума въ видѣ сильно разбухшей, гомогенной оболочки. Цвѣтень опорожнилась еще раньше, и это значительно облегчаетъ наблюденіе интиніума. Въ сѣрной кислотѣ, напротивъ, немедленно растворяется интиніумъ, между тѣмъ какъ экзиніумъ сохраняется, а выступившее содержимое, какъ и въ другихъ случаяхъ, постепенно окрашивается въ розовый цвѣтъ.

Изъ сложныхъ цвѣтневыхъ зеренъ, которыя встрѣчаются какъ у односѣмянодольныхъ, такъ и у двусѣмянодольныхъ, разсмотримъ пыльцу Calluna vulgaris. Зерна соединены по четыре и сгруппированы большею частію тетраэдрически. Оболочка цвѣтени обнаруживаетъ лишь небольшія выпуклости и снабжена обыкновенно тремя мѣстами выхода цвѣтневыхъ трубочекъ для каждаго зерна.—Тоже въ главнѣйшихъ чертахъ представляетъ цвѣтень видовъ Erica, Azalea и Rhododendron.—У видовъ Acacia, и вообще у мимозъ, [6]) зерна цвѣтени представляютъ группы изъ 4, 8, 12 и 16, даже изъ большаго числа клѣточекъ, но могутъ быть и простыми.

Въ 3—30% сахарномъ растворѣ, содержащемъ 1,5% желатины, большая часть зеренъ цвѣтени легко производитъ цвѣтневыя трубочки, въ которыхъ прекрасно видно движеніе протоплазмы. Навѣрное и быстро происходитъ образованіе цвѣтневыхъ трубочекъ въ 5% сахарномъ растворѣ съ 1,5% желатины у Paeonia, Staphylea, а также у Tradescantia, если зерна цвѣтени взяты изъ только-что распустившихся цвѣтовъ. Наиболѣе благопріятный объектъ представляютъ можетъ быть виды Lathyrus въ 15% сахарномъ растворѣ съ 1,5% желатины. Эти растворы должны быть свѣжеприготовленными, а посѣвъ лучше всего производить въ висящей каплѣ, во влажной камерѣ (стр. 219)

Примѣчанія къ XXVIII упражненію.

[1]) Относительно тычинки и цвѣтени срав. v. Mohl, Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner 1834.—Fritsche, Ueber den Pollen. Mém. de sav. étrang. 1836.—Naegeli, Zur Entwicklungsg. d. Poll. bei den Phan. 1842. —Schacht, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II, pag. 109.—Warming in Hansteins bot. Abh. Bd. II, Heft II. Strasburger, Befr. und Zellth. pag. 15 und Bau der Zellhaüte pag. 86.—Elfving, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIII, pag. 1.—Goebel, Grundz. d. Syst. etc. pag. 398.—Luerssen, Grundz. d. Bot. III. Aufl.

pag. 359; Med. Pharm. Bot. Bd. II, pag. 198.—Prantl, Lehrb. d. Bot. IV Aufl., pag. 192.—Въ цитированныхъ сочиненіяхъ указана прочая литература.

[2]) Sachs, bot. Ztg., 1862, pag. 242.

[3]) Warming in Hanstein's bot. Abh. Bd. II, Heft II.—Goebel, Grundzüge, pag. 409.

[4]) Срав. по этому поводу Elfving, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XIII, pag. 12.

[5]) Strasburger, Bau d. Zellh., pag. 95; здѣсь-же и исторія развитія.

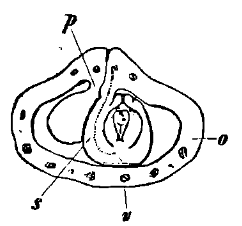
[6]) Rosanoff, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IV, pag. 441.—Engler, тамъ-же Bd. X, pag. 277. Здѣсь и прочая литература.

XXIX. Упражненіе.

Гинецей покрытосѣмянныхъ.

Познакомимся сперва въ самыхъ общихъ чертахъ съ строеніемъ завязи. [1]) Для этой цѣли весьма удобно растеніе изъ лютиковыхъ (Ranunculaceae), напримѣръ Delphinium Ajacis, кавалерскія шпоры садовъ. Беремъ болѣе старый цвѣтокъ, съ котораго легко удалить лепестки и тычинки, и разсмотримъ три плодника, занимающихъ центральное положеніе. Уже разсматриваніе снаружи позволяетъ различать въ плодникѣ нижнюю, расширенную часть — завязь (germen, ovarium) и тонкую, въ данномъ случаѣ розоваго цвѣта часть, въ которую съужается плодникъ, столбикъ (stylus). Послѣдній заканчивается рыльцемъ (stigma), которое, въ данномъ случаѣ, не обособляется, но лишь заканчиваетъ собою столбикъ. — Сдѣлаемъ теперь поперечные разрѣзы изъ всѣхъ трехъ завязей сразу и разсмотримъ ихъ при слабомъ увеличеніи, прибавивъ немного ѣдкаго кали. Поперечный разрѣзъ (фиг. 105) показываетъ намъ по одной полости въ каждой завязи. Очевидно, что каждая завязь образована только однимъ плодолистикомъ. Мы должны себѣ представить плодолистикъ завернутымъ внутрь, со сросшимися здѣсь краями. На подобное происхожденіе указываетъ также и «брюшной шовъ», который мы находимъ на срединной линіи завязи, на ея сторонѣ, обращенной къ серединѣ цвѣтка. Такая завязь, образуемая однимъ плодолистикомъ, называется мономерною; если въ цвѣткѣ, какъ въ данномъ случаѣ, собрано нѣсколько такихъ мономерныхъ завязей, то цвѣтокъ получаетъ названіе поликарпическаго. Завязи здѣсь свободны до самаго своего основанія и только основаніемъ прикрѣпляются къ «цвѣтоложу», поэтому онѣ называются верхними. Весь женскій поло-

вой аппаратъ цвѣтка, все равно, состоитъ ли онъ изъ одного или изъ многихъ плодниковъ, называется гинецеемъ.—Наши поперечные разрѣзы легко обнаруживаютъ расщелину на брюшной сторонѣ, а при болѣе сильномъ увеличеніи можно прослѣдить въ этомъ мѣстѣ эпидермисъ наружной стороны, проходящій чрезъ всю толщину стѣнки и продолжающійся въ полость завязи. Интересно, что и этотъ внутренній эпидермисъ имѣетъ дыхательныя устьица. По стѣнкѣ завязи проходитъ нѣкоторое число сосудистыхъ пучковъ, большая часть которыхъ обнаруживается на спинной сторонѣ, нѣкоторое же число ихъ — вблизи краевъ плодолистика, на брюшной сторонѣ. Края плодолистика немного утолщены и образуютъ пляценты, выдающіяся въ полость завязи (*p*). На этихъ послѣднихъ, соотвѣтственно числу пляцентъ, находится два ряда сѣмяпочекъ (ovula) (*s*). Сѣмяпочками мы займемся позже, а потому сохранимъ свои препараты.



Фиг. 105. Delphinium Ajacis. Поперечный разрѣзъ завязи. *o* стѣнка завязи; *v* сосудистые пучки въ ней; *p* пляцента; *s* зачатокъ сѣмени. Увелич. 18.

Въ цвѣткахъ Butomus umbellatus находимъ, какъ и у Delphinium, нѣсколько плодниковъ, именно шесть; но эти плодники свободны только въ верхнихъ своихъ частяхъ, нижнія же половины ихъ сростаются между собою боками и ихъ нельзя изолировать безъ поврежденія. Столбикъ очень короткій, и верхній край его представляетъ собою рыльце. Сдѣлаемъ поперечные разрѣзы свободныхъ и сросшихся частей плодниковъ. Свободныя верхнія части представляютъ въ отношеніи плодолистника тоже, что и у Delphinium, и отдѣльные плодолистики тоже разграничены до самаго основанія, но въ нижнихъ частяхъ ихъ уже нельзя безъ поврежденія отдѣлить другъ отъ друга, даже на поперечныхъ разрѣзахъ. Мы имѣемъ дѣло у Butomus съ образованіемъ среднимъ между поликарпическими и монокарпическими цвѣтами, и этотъ примѣръ представляетъ хорошій переходъ къ многогнѣзднымъ плодникамъ, образованнымъ болѣе чѣмъ изъ одного плодолистика. Кромѣ того, для насъ ново у Butomus еще и другое явленіе. Сѣмяпочки сидятъ не только на краяхъ, но располагаются и на всей внутренней поверхности плодолистиковъ, за исключеніемъ срединной части: онѣ «стѣнкоположны» (flächeständig). Вся стѣнка усажена сѣмяпочками и играетъ роль пляценты. Въ мѣстѣ прикрѣпленія каждой сѣмяпочки видѣнъ тонкій сосудистый пучокъ, идущій въ сѣмяпочку. Это вѣтви сильнѣе развитыхъ и глубже лежащихъ въ ткани большихъ сосудистыхъ пучковъ.

У лилейныхъ верхняя завязь; изслѣдованіе тюльпана, гіацинта, лиліи или Hemerocallis даетъ тотъ же результатъ. У

гіацинта столбикъ короткій, рыльце маленькое, слабо трехраздѣльное. У Hemerocallis столбикъ очень длинный, тоже съ трехраздѣльнымъ, но очень маленькимъ рыльцемъ. — Поперечные разрѣзы представляютъ намъ трехгнѣздную завязь, состоящую изъ трехъ сомкнувшихся и сросшихся между собою плодолистиковъ. Здѣсь ни съ боковъ, ни по срединѣ нельзя распознать границы между тканями отдѣльныхъ плодолистиковъ и все образованіе покрыто снаружи однимъ непрерывнымъ эпидермисомъ. Такимъ образомъ три плодолистика образуютъ, въ данномъ случаѣ, одну полимерную, трехгнѣздную завязь. Каждый изъ трехъ плодолистиковъ, составляющихъ эту трехгнѣздную завязь, несетъ, соотвѣтственно двумъ своимъ краямъ, два ряда сѣмяпочекъ, т. е. пляценты помѣщаются здѣсь во внутреннихъ углахъ гнѣздъ завязи. Пляцентація здѣсь, слѣдовательно, краеположная, какъ у Delphinium. Такъ какъ она отходитъ отъ обращенныхъ къ срединѣ угловъ гнѣздъ, то ее называютъ также центральною. Поперечные разрѣзы столбика Hemerocallis обнаруживаютъ въ немъ срединный, треугольный ходъ, «пыльцевой ходъ» (Staubweg). Три сосудистыхъ пучка расположены вдоль трехъ краевъ пыльцеваго хода. Продольный разрѣзъ верхушки столбика, а слѣдовательно и рыльца, показываетъ намъ, что на поверхности этого послѣдняго выростаютъ длинные сосочки. Такое явленіе весьма часто наблюдается на рыльцахъ; но Hemerocallis представляетъ еще ту интересную особенность, что кутикула сосочковъ приподнимается, вслѣдствіе образованія слизи. Кутикула эта покрыта спиральной полосатостью и, соотвѣтственно этому, приподнимается въ спиральномъ направленіи. Подъ конецъ кутикула совершенно отдѣляется отъ внутреннихъ слоевъ оболочки и сбрасывается съ сосочковъ. — У другихъ лилейныхъ мы тоже нашли бы полый столбикъ; но, въ большинствѣ случаевъ, столбикъ, напротивъ, сплошной, наполненъ клѣточками, которыя легко разъединяются въ боковомъ направленіи или, по крайней мѣрѣ, снабжены разбухающими боковыми стѣнками, между которыми цвѣтневыя трубки легко могутъ рости внизъ.

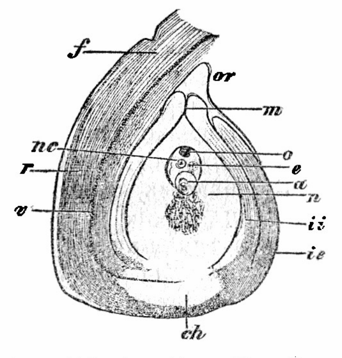
Цвѣты видовъ Primula имѣютъ верхнюю завязь. Они диморфны, т.-е. они имѣютъ завязи, снабженныя короткими и длинными столбиками и высоко или низко прикрѣпленныя къ вѣнчику тычинки. Срединно-продольный разрѣзъ завязи показываетъ намъ, что цвѣточная ось вдается въ полость завязи и здѣсь утолщается въ видѣ шляпки гриба. По срединѣ шляпка сосочкообразно вдается въ пыльцевый ходъ столбика. Вся поверхность этого грибовиднаго расширенія усажена сѣмяпочками. Мы имѣемъ дѣло съ свободною центральною пляцентою. Стѣнка завязи нигдѣ не соединяется съ этою пляцентою. Въ этомъ мы вполнѣ убѣждаемся на поперечныхъ разрѣзахъ, на

которыхъ стѣнка завязи представляется въ видѣ свободнаго кольца вокругъ центральной пляценты. Кольцо не обнаруживаетъ также никакихъ признаковъ, по которымъ можно было-бы опредѣлить число плодолистиковъ, образующихъ стѣнку завязи; но на основаніи числа другихъ частей цвѣтка, равно какъ и потому, что у нѣкоторыхъ Primulaceae плодовая коробочка снабжёна пятью зубцами, принимаемъ пять плодолистиковъ. У Primula коробочка открывается неопредѣленнымъ числомъ зубцовъ.—Вмѣсто Primula, съ такимъ-же успѣхомъ могутъ служить для изслѣдованія виды Lysimachia или Anagallis, всѣ они имѣютъ сѣмяпочки, сидящія на свободной, центральной пляцентѣ.

Изслѣдуемъ теперь нижнюю завязь, а именно завязь Epipactis palustris или другаго орхиднаго. Бурая завязь помѣщается ниже мѣста прикрѣпленія прочихъ частей цвѣтка. Для разрѣзовъ выбираемъ молодой зачатокъ плода, надъ которымъ листья околоцвѣтника уже начали бурѣть. Поперечные разрѣзы весьма поучительны, они показываютъ намъ одногнѣздную завязь, стѣнка которой снабжена, на равныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ, тремя двойными парами пляцентъ. Пляценты многократно расщепляются на своихъ краяхъ и несутъ большое число сѣмяпочекъ. Стѣнка завязи снабжена съ наружной стороны шестью выдающимися ребрышками; три ребрышка соотвѣтствуютъ мѣстамъ прикрѣпленія пляцентъ, три-же остальныхъ, болѣе сильныхъ, чередуются съ ними. Вдоль каждаго ребра проходитъ сосудистый пучокъ или комплексъ сосудистыхъ пучковъ, кромѣ того, по одному маленькому сосудистому пучку находится на границѣ двухъ пляцентъ. Относительно верхней завязи, которой поперечный разрѣзъ былъ-бы совершенно сходенъ съ наблюдаемымъ здѣсь, мы не задумались-бы принять, что она произошла изъ трехъ плодолистиковъ, а пары пляцентъ сочли-бы завернутыми внутрь краями двухъ сосѣднихъ плодолистиковъ. Три ребра, чередующихся съ тремя линіями прикрѣпленія пляцентъ, мы приняли бы за срединные нервы плодолистиковъ. Но такъ какъ здѣсь нижняя завязь, то дѣло представляется не столь простымъ. Мы можемъ себѣ, именно, представить, что нижняя завязь состоитъ изъ полой цвѣточной оси и только на верху замыкается плодолистиками, пляценты же спускаются отъ этихъ послѣднихъ въ полую цвѣточную ось; или же мы можемъ принять, что плодолистики срослись съ полою цвѣточною осью, вслѣдствіе чего внутренняя часть стѣнки нижней завязи образована стеблемъ, а внѣшняя — плодолистиками. Послѣдній взглядъ должно рѣшительно предпочесть, но онъ не имѣетъ другаго значенія, кромѣ филогенетическаго, т. е. мы предполагаемъ, что нижняя завязь произошла такимъ образомъ въ теченіи длиннаго времени. Въ дѣйствительности же, самъ объектъ не представляетъ данныхъ ни анатомическихъ, ни по исторіи

развитія, которыя бы говорили въ пользу подобнаго воззрѣнія, и мы должны довольствоваться и тѣмъ, что намъ удалось констатировать, что строеніе этой нижней завязи совершенно подобно строенію полимерной, одногнѣздной, верхней завязи. — Если у насъ имѣются зрѣлыя коробочки Epipactis, то мы можемъ убѣдиться, что стѣнка «коробочки» растрескивается, какъ и у другихъ орхидныхъ, шестью продольными щелями. Шесть полосокъ, раздѣляющихъ щели, остаются соединенными у основанія и на верхушкѣ завязи. Три изъ нихъ шире и плодоносны, остальныя три уже и безплодны. Три безплодныя соотвѣтствуютъ тремъ среднимъ ребрамъ, видѣннымъ нами на поперечныхъ разрѣзахъ, и составляютъ такъ называемыя промежуточныя части; три плодоносныя полоски несутъ на своей срединѣ пляценты.

Попробуемъ теперь познакомиться съ строеніемъ сѣмяпочекъ и, одновременно, обратимъ вниманіе и на процессы оплодотворенія у покрытосѣмянныхъ. Чтобы познакомиться съ отдѣльными частями сѣмяпочки, сдѣлаемъ теперь поперечные разрѣзы завязи Aconitum Napellus или же другаго вида Aconitum. Мы выбираемъ отцвѣтающій цвѣтокъ, удаляемъ другія его части и дѣлаемъ разрѣзы трехъ завязей сразу. Необходимо обращать вниманіе на то, чтобы разрѣзы пересѣкали длинную ось отдѣльныхъ завязей дѣйствительно подъ прямымъ угломъ. Число разрѣзовъ должно быть весьма значительно, потому что полученіе надлежащаго разрѣза сѣмяпочки зависитъ отъ случая. Просматриваемъ разрѣзы и выбираемъ подходящіе. Если разрѣзъ не достаточно тонокъ, можно помочь небольшимъ количествомъ ѣдкаго кали. Получаются картины почти идентичныя съ тѣми, которыя мы раньше наблюдали у Delphinium, но въ строеніи покрововъ сѣмяпочекъ замѣчается нѣкоторое отличіе, побуждающее насъ предпочесть въ данномъ случаѣ Aconitum. Если получился срединно-продольный разрѣзъ сѣмяпочки, то она имѣетъ такой видъ, какъ на прилагаемомъ изображеніи. Завязь мономерна, сѣмяпочка сидитъ на краеположной пляцентѣ. Она прикрѣплена къ этой послѣдней посредствомъ ножки, funiculus (*f*), свободная часть которой имѣетъ лишь незначительную длину, остальная-же часть ея percrostaется съ тѣломъ сѣмяпоч-



Фиг. 106. Aconitum Napellus; срединно-продольный разрѣзъ сѣмяпочки; *f* Funiculus; *r* Raphe; *v* сосудистый пучокъ сѣмяносца; *ie* наружный покровъ; *ii* внутренній покровъ; *n* nucellus; *ch* chalaza; *e* зародышевый мѣшокъ; *a* антиподныя клѣточки; *o* яйцо; *nc* клѣточное ядро зародышеваго мѣшка; *m* микропиле; *or* стѣнка завязи. Увелич. 53.

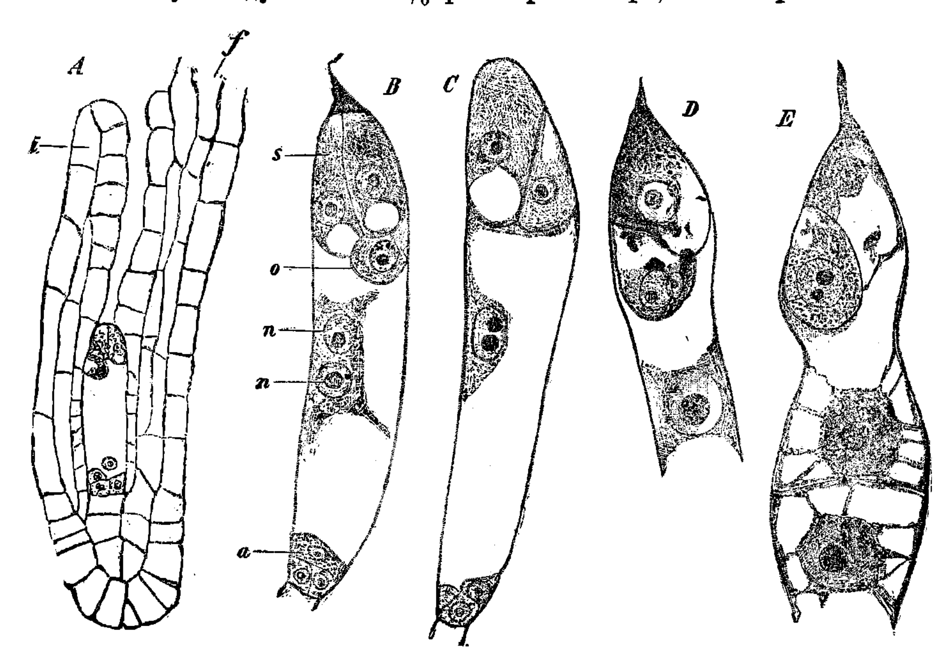
ки, образуя на ней такъ называемый сѣмянной шовъ, raphe (*r*). Въ тѣлѣ сѣмяпочки прежде всего различаемъ внутреннюю, конусообразную массу ткани, называемую ядромъ сѣмяпочки, nucellus (*n*). Оно соотвѣтствуетъ макроспорангію сосудистыхъ тайнобрачныхъ. Ядро сѣмяпочки окружено двумя покровами, однимъ внутреннимъ (*ii*) и однимъ наружнымъ (*ie*). Внутренній покровъ развитъ со всѣхъ сторонъ до самаго основанія ядра сѣмяпочки, наружный же отсутствуетъ со стороны сѣмяносца, такъ какъ онъ примыкаетъ къ нему съ обѣихъ сторонъ. Внутренній покровъ оставляетъ между своими верхними краями узкій каналъ, который достигаетъ до ядра сѣмяпочки и называется mikropyle. Вдоль сѣмяносца проходитъ сосудистый пучокъ, идущій изъ пляценты, но онъ не всегда можетъ быть прослѣженъ до самаго основанія ядра сѣмяпочки. Лежащая у основанія ядра сѣмяпочки, въ данномъ случаѣ болѣе свѣтлая ткань (*ch*) получаетъ названіе основанія ядра сѣмяпочки (chalaza). Въ продольной оси сѣмяпочки замѣчается большей величины клѣточка, образующая полость, это зародышевый мѣшокъ (*c*). На днѣ его можно замѣтить нѣсколько шаровидныхъ клѣточекъ, это сильно развитыя у Aconitum (и вообще у Ranunculaceae) антиподныя клѣточки (*a*). Въ особенно благопріятныхъ случаяхъ можно убѣдиться, что число ихъ — три. Въ вершинѣ зародышеваго мѣшка тоже замѣчается небольшая клѣточка, которая бываетъ видна, однако, только на дѣйствительно срединныхъ разрѣзахъ; это яйцо (*o*). Вся сѣмяпочка должна быть названа анатропною, обратно-положною, потому что тѣло сѣмяпочки не представляетъ прямого продолженія сѣмяносца, но загибается возлѣ послѣдняго назадъ, сростается съ нимъ одной стороной и обращаетъ микропиле въ сторону основанія сѣмяносца. Подобная форма сѣмяпочекъ сильно преобладаетъ у покрытосѣмянныхъ. Если теперь сравнимъ нашъ препаратъ изъ Delphinium (фиг. 105) съ препаратомъ изъ Aconitum (фиг. 106), то увидимъ, что строеніе завязи и сѣмяпочекъ въ обоихъ случаяхъ почти одинаково, и разница состоитъ лишь въ томъ, что у Delphinium оба покрова сливаются другъ съ другомъ.

Чтобы получить разрѣзы сѣмяпочекъ Aconitum, мы можемъ также вынуть ихъ изъ завязи и дѣлать разрѣзы отдѣльныхъ сѣмяпочекъ между большимъ и указательнымъ пальцами, по извѣстному уже намъ методу. Если сѣмяпочка правильно оріентирована между пальцами, то такимъ образомъ срединные разрѣзы получаются даже скорѣе. Какъ въ данномъ, такъ и въ другихъ подобныхъ случаяхъ, можно также высвобожденныя сѣмяпочки заключить въ глицериновую желатину или въ целлоидинъ, и затѣмъ уже дѣлать разрѣзы. Глицериновая желатина должна имѣть соотвѣтственную плотность, т. е. содержать относительно большое количество желатины. Въ целлоидинъ можно заключать

только алкогольный матеріалъ. Растворъ целлоидина, который можно получать отъ Dr. Grübler'a въ Лейпцигѣ, наливаютъ въ маленькую коробочку, сдѣланную изъ писчей бумаги, и кладутъ въ него сѣмяпочки. Целлоидинъ оставляютъ стоять на воздухѣ, пока на немъ не образуется плотная кожица, послѣ чего его помѣмѣщаютъ въ 82$^0/_0$ алкоголь. Здѣсь онъ получаетъ, по прошествіи нѣсколькихъ часовъ, консистенцію хряща, оставаясь притомъ прозрачнымъ. Целлоидинъ и предметъ рѣжутъ вмѣстѣ и разрѣзы переносятъ въ глицеринъ или глицериновую желатину, причемъ удалять целлоидинъ нѣтъ надобности. Разрѣзы въ подобномъ случаѣ можно также окрасить карминомъ или гематоксилиномъ, но не анилиновыми красками, потому что онѣ окрашиваютъ и целлоидинъ. Если пріобрѣтенъ целлоидинъ въ табличкахъ, то его слѣдуетъ передъ употребленіемъ растворить въ равныхъ частяхъ эфира и абсолютнаго алкоголя. Чтобы сдѣлать сѣмяпочки, заключенныя въ глицериновую желатину или целлоидинъ, еще болѣе явственными, ихъ можно предварительно окрасить и воднымъ растворомъ гематоксилина; въ такомъ случаѣ, прежде чѣмъ класть въ целлоидинъ, сѣмяпочки необходимо снова обезводить посредствомъ абсолютнаго алкоголя. Для объектовъ, которые, чтобы быть пригодными для разрѣзовъ, должны быть пропитаны целлоидиномъ, надо сначала употреблять болѣе жидкіе растворы целлоидина; въ этихъ послѣднихъ объекты приходится иногда держать цѣлые дни, и затѣмъ уже переносить въ густой растворъ, въ которомъ придаютъ имъ надлежащее положеніе.

Перейдемъ теперь къ изученію содержимаго зародышеваго мѣшка. Наиболѣе удобный для этой цѣли объектъ даетъ Monotropa Hypopitys [2]). Это блѣдно-желтое растеніе нерѣдко встрѣчается въ сосновыхъ лѣсахъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ оно сильно распространено и для вообще труднаго изслѣдованія зародышеваго мѣшка оно настолько удобно, что не должно жалѣть никакихъ трудовъ, лишь-бы добыть это растеніе. Оно цвѣтетъ въ іюнѣ и іюлѣ, и должно быть изслѣдуемо въ свѣжемъ состояніи, такъ какъ въ алкоголѣ становится темнобурымъ и непрозрачнымъ. Растеніе это очень хорошо переноситъ транспортировку и въ стаканѣ съ водою остается свѣжимъ въ теченіи долгаго времени. Тѣми-же свойствами, какъ и Monotropa, отличаются также виды Pyrola, но у нихъ зачатки сѣмянъ имѣютъ меньшую величину. Поперечный разрѣзъ нижней части завязи показываетъ намъ, что она четырехгнѣздна. Пляценты сильно утолщены и несутъ на своей поверхности большое число узкихъ, близко другъ возлѣ друга сидящихъ сѣмяпочекъ. Обѣ половины пляценты въ каждомъ гнѣздѣ отдѣляются на нѣкоторомъ протяженіи другъ отъ друга посредствомъ раздѣльной линіи. Въ верхней части завязи раздѣльныя линіи до-

стигаютъ средины и здѣсь сходятся. Мы видимъ четыре сильно развитыя пары пляцентъ, принадлежащія каждымъ двумъ сосѣднимъ гнѣздамъ, которыя сидятъ на срединѣ каждой перегородки; пары легко разъединяются иглами. Сѣмяпочки получаются для изслѣдованія такъ, что отрываютъ пинсетомъ часть стѣнки завязи и, съ одной изъ вскрытыхъ такимъ образомъ пляцентъ, соскабливаютъ сѣмяпочки иглою. Мы помѣщаемъ ихъ въ чистую воду или въ 3% растворъ сахара, въ которомъ сѣ-

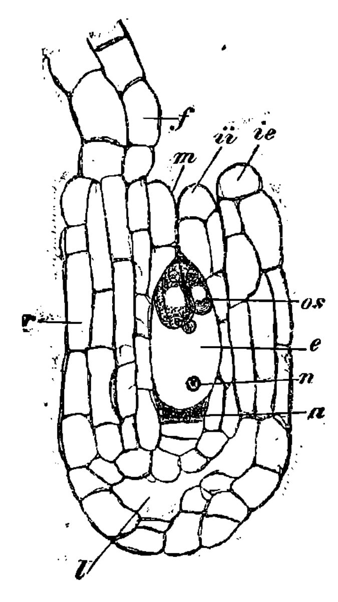


Фиг. 107. Monotropa Hypopitys. *A* цѣлая сѣмяпочка, *f* ея сѣмяносецъ. *i* покровъ; *B* и *C* цѣлые зародышевые мѣшки, а въ нихъ *s* синергиды, *o* яйцо, *n* ядра зародышеваго мѣшка; *D* и *E* верхнія части зародышеваго мѣшка, въ *E* первое дѣленіе для образованія эндосперма. *A* увелич. 240, *B* и *E* 600 разъ.

мяпочки сохраняются дольше. Если поименованный матеріалъ взятъ изъ болѣе старыхъ цвѣтовъ, у которыхъ цвѣтень уже высыпалась изъ пыльниковъ, то мы находимъ частію зрѣлыя, еще не оплодотворенныя, частію оплодотворенныя сѣмяпочки. Между сѣмяпочками нерѣдко находимъ участки цвѣтневыхъ трубокъ. Способная къ оплодотворенію сѣмяпочка имѣетъ видъ, подобный представленному на фиг. 107, *A*. Она прозрачна и можно сдѣлать установку относительно ея оптическаго разрѣза. Мы знаемъ въ ней обратноположную сѣмяпочку, притомъ съ однимъ только покровомъ (*i*). Вся внутренняя часть сѣмяпочки

занята зародышевымъ мѣшкомъ, ядра сѣмяпочки не находимъ, такъ какъ оно было вытѣснено во время развитія зародышеваго мѣшка. Вершину зародышеваго мѣшка — какъ теперь ясно можно видѣть — занимаютъ три клѣточки. Эти три клѣточки составляютъ яйцевой аппаратъ. Онѣ имѣютъ не одинаковое значеніе. Двѣ верхнія клѣточки суть помощницы или синергиды (фиг. 106, *B*), глубже лежащая есть яйцо (*o*). Синергиды, какъ легко можно убѣдиться, содержатъ въ нижней своей части вакуолю, а выше наполнены протоплазмою, въ которой заключается и клѣточное ядро. Въ яйцѣ, наоборотъ, клѣточная полость находится въ верхней части, а протоплазма и клѣточное ядро—въ нижней. Обѣ синергиды не всегда можно видѣть, такъ какъ одна изъ нихъ можетъ покрывать другую (фиг. 106, *C*). На днѣ зародышеваго мѣшка обыкновенно не трудно бываетъ замѣтить антиподныя клѣточки и убѣдиться, что онѣ находятся тамъ тоже въ числѣ трехъ. Внутри зародышеваго мѣшка находимъ большею частію одно клѣточное ядро съ ядрышкомъ (фиг. 106, *A*), но въ другихъ случаяхъ бываетъ два ядра, или-же одно ядро съ двумя ядрышками (*C*), изъ чего мы заключаемъ, что всегда одиночное подъ конецъ ядро произошло изъ двухъ. Сѣмяпочки, оплодотвореніе которыхъ уже началось, узнаемъ по измѣненіямъ, происшедшимъ съ синергидами. Эти послѣднія представляются сильно преломляющими свѣтъ, и такому измѣненію подверглись или обѣ синергиды, или только одна. Въ такомъ случаѣ и цвѣтневая трубка навѣрное достигла до самаго зародышеваго мѣшка и, если не легко ее открыть внутри микропиле, зато не трудно замѣтить кусокъ ея, выдающійся изъ микропиле и оторванный во время препарированія. Верхушка цвѣтневой трубки прошла между синергидами до яйца. При тщательномъ изслѣдованіи, въ яйцахъ, прилегающихъ къ измѣненнымъ такимъ образомъ синергидамъ, удается видѣть два клѣточныхъ ядра (*D*), одно бо́льшее, первоначальное ядро яйца, и возлѣ другое, меньшее, попавшее сюда изъ цвѣтневой трубки «сѣмянное ядро» (Spermakern). Вскорѣ это послѣднее увеличивается. Можно повстрѣчать различныя степени копуляціи ядра съ сѣмяннымъ ядромъ (*E*), а наконецъ и зародышевыя ядра, съ однимъ только ядрышкомъ. Въ то время, какъ происходитъ оплодотвореніе яйца, сильно преломляющая свѣтъ масса одной или обѣихъ синергидъ уменьшается въ объемѣ, такъ какъ, очевидно, потребляется для питанія яйца. Одновременно съ этими измѣненіями въ яйцевомъ аппаратѣ въ полости зародышеваго мѣшка начинается образованіе эндосперма, т. е. мы видимъ, что онъ раздѣляется перегородками. Слѣдовательно, образованіе эндосперма сразу начинаетс, въ данномъ случаѣ, клѣточнымъ дѣленіемъ, между тѣмъ какъ въ другихъ, столь-же обыкновенныхъ или даже болѣе частыхъ

случаяхъ, сначала происходитъ свободное размноженіе ядра зародышеваго мѣшка и его потомства, а перегородки между этими ядрами развиваются на болѣе позднихъ фазахъ. Въ томъ видѣ, какъ мы его здѣсь наблюдаемъ, процессъ этотъ совершается вообще въ такихъ зародышевыхъ мѣшкахъ, которые медленно ростутъ и не достигаютъ значительной величины. Напротивъ того, если зародышевый мѣшокъ ростетъ послѣ оплодотворенія яйца очень быстро, то сначала происходитъ дѣленіе ядеръ безъ дѣленія клѣточекъ, и образованіе клѣточекъ начинается лишь тогда, когда зародышевый мѣшокъ достигъ приблизительно своей окончательной величины. — Вслѣдствіе оплодотворенія яйцо получило нѣжную целлюлезную оболочку, начинаетъ вскорѣ мѣшковидно удлиняться и, по прошествіи нѣкотораго времени, проникаетъ своимъ концомъ въ эндоспермъ и здѣсь этотъ конецъ производитъ зародышъ, состоящій изъ небольшого числа клѣточекъ. — Мы разсматривали до сихъ поръ этотъ зачатокъ сѣмени въ чистой водѣ или въ сахарномъ растворѣ, но если желаемъ обнаружить съ особенною ясностію ядра, въ такомъ случаѣ обработываемъ зачатокъ сѣмени 2% уксусною кислотою. Въ большинствѣ сѣмянныхъ зачатковъ мы получаемъ такимъ способомъ весьма рѣзкія картины и фиксируемъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, различныя фазы дѣленія клѣточныхъ ядеръ, хотя въ настоящій моментъ не станемъ углубляться въ изученіе этого явленія. Красящія вещества мало пригодны, потому что они окрашиваютъ и клѣточныя ядра покрововъ и затрудняютъ, такимъ образомъ, разсматриваніе внутреннихъ частей.



Фиг. 108. Orchis pallens. Способная къ оплодотворенію сѣмяпочка. *os* яйцевой аппаратъ; *ii* внутренній, *ie* наружный покровъ, *l* воздушная полость. Прочія буквы имѣютъ такое-же значеніе, какъ и на предъидущей фигурѣ. Увел. 240 разъ.

Вмѣсто Monotropa для наблюденій могутъ служить орхидныя [3]). У нихъ оплодотвореніе совершается долгое время спустя послѣ опыленія, въ сильно утолщенной уже завязи. Разрѣзываютъ завязь, отдѣляютъ иглою отъ пляценты сѣмяпочки и переносятъ ихъ въ воду или 3% сахарный растворъ. Относительно строенія готовой сѣмяпочки легко оріентироваться; оно весьма сходно со строеніемъ сѣмяпочекъ у Monotropa, но здѣсь имѣется два покрова и воздуш-

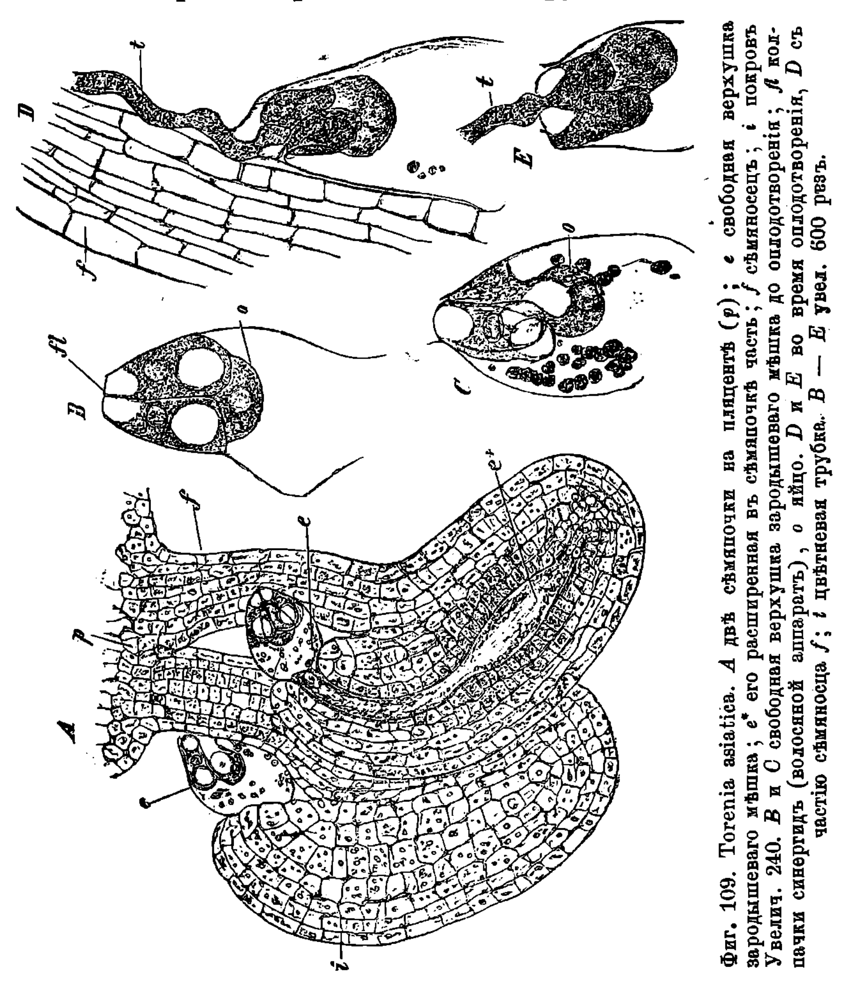
ная полость въ области рубчика (chalaza). Эта воздушная полость затрудняетъ наблюденіе, потому что она наполнена воздухомъ, который проникаетъ также и между покрововъ. Поэтому сѣмяпочки, положенныя въ воду или въ 3% растворъ сахара, должны быть освобождены отъ воздуха посредствомъ воздушнаго насоса. Въ большинствѣ случаевъ достаточно бываетъ и очень слабаго надавливанія на покровное стеклышко, чтобы удалить наиболѣе мѣшающій воздухъ, находящійся между покровами. Ядро сѣмяпочки у орхидныхъ тоже совершенно вытѣсняется зародышевымъ мѣшкомъ; въ видѣ остатка отъ ядра сѣмяпочки на вершинѣ зародышеваго мѣшка часто замѣчается колпачокъ изъ сильно преломляющаго свѣтъ вещества. Яйцевой аппаратъ (*os*) устроенъ какъ и у Monotropa, только яйцо лежитъ не столь глубоко. Антиподныхъ клѣточекъ не видно, на ихъ мѣстѣ находится вещество, сильно преломляющее свѣтъ, заключающее въ дѣйствительности три клѣточныхъ ядра, присутствіе которыхъ трудно обнаружить. Цвѣтневую трубку легче прослѣдить до самыхъ синергидъ, чѣмъ у Monotropa; измѣненія, которымъ подвергаются синергиды, такія-же. И два клѣточныхъ ядра тоже находимъ въ оплодотворенномъ яйцѣ. Эндоспермъ здѣсь вообще не образуется.

За неимѣніемъ Monotropa и орхидныхъ, для изслѣдованія можно рекомендовать различныя Gesneriaceae [4]) съ прозрачными сѣмяпочками, въ особенности-же крупноцвѣтную Gloxinia hybrida садовъ. Снабженная однимъ покровомъ сѣмяпочка настолько прозрачна, что яйцевой аппаратъ ясно видѣнъ. Онъ обнаруживаетъ обѣ синергиды и яйцо, имѣющее здѣсь бутылкообразную форму. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ здѣсь два яйца. Зародышевый мѣшокъ расширенъ въ верхней своей части и сразу съуживается въ нижней; антиподныя клѣточки въ нижнемъ его концѣ различаются не ясно.

Но однимъ изъ удобнѣйшихъ растеній для изученія оплодотворенія, представляется Torenia asiatica [5]), принадлежащая къ семейству Scrophulariaceae. Она разводится теперь въ садахъ повсемѣстно и цвѣтетъ въ теченіи всего года. Она отличается тѣмъ, что ея зародышевый мѣшокъ выростаетъ чрезъ микропиле наружу, вслѣдствіе чего видѣнъ весь яйцевой аппаратъ, покрытый одною только стѣнкою зародышеваго мѣшка. Поперечные разрѣзы верхней, удлиненной завязи показываютъ, что она двухгнѣздна и что двѣ пляценты вдаются въ гнѣзда въ видѣ вальковъ. Онѣ покрыты многочисленными сѣмяпочками. Съ цѣлью изслѣдованія, удаляемъ одну стѣнку завязи и соскабливаемъ съ пляценты сѣмяпочки, лучше всего подъ препарирнымъ микроскопомъ. Удобнѣе изслѣдовать ихъ въ 3% сахарной водѣ. Сѣмяпочки анатропныя или, вѣрнѣе, кампилотропныя, потому что зародышевый мѣшокъ и покровъ изогнуты въ ихъ верхней

части (фиг. 109, *A*). Свободная часть сѣмяносца (*f*) сѣмяпочки имѣетъ весьма значительную длину. Покровъ только одинъ, сильно развитый. Зародышевый мѣшокъ (*e*) выглядываетъ верхнимъ концомъ изъ микропиле. Эта выступающая наружу часть сильно вздута и на переднемъ концѣ заостряется. Она прикладывается къ сѣмяносцу. Прослѣдить зародышевый мѣшокъ внутри сѣмяпочки довольно трудно, но, прибавляя небольшое количество ѣдкаго кали, можно убѣдиться—именно въ то время, когда ѣдкое кали начинаетъ дѣйствовать — что онъ прилегаетъ непосредственно къ покрову, сначала узокъ, затѣмъ нѣсколько вздувается веретенообразно и къ основанiю (*e**) снова съужается. Наши препараты, лежащiе въ сахарной водѣ, показываютъ въ свободной вершинѣ зародышеваго мѣшка обѣ синергиды и яйцо, слѣдовательно опять таки тройное число въ яйцевомъ аппаратѣ. Смотря по положенiю препарата, видны обѣ синергиды (фиг. 109, *B*) или же одна изъ нихъ покрываетъ другую (*C*). На верхушкѣ каждой синергиды обращаетъ на себя вниманiе гомогенный, сильно преломляющiй свѣтъ колпачокъ, рѣзко отграниченный отъ задней, мелкозернистой части; это такъ называемый волосяной аппаратъ (Fadenapparat). Если подобный препаратъ обработать хлоръ-цинкъ-iодомъ, то увидимъ, что колпачки синергидъ окрасятся въ фiолетовый цвѣтъ. Они состоятъ, слѣдовательно, изъ целлюлеза. Остальная часть синергидъ и яйцо получаютъ желтобурую окраску. Тщательное наблюденiе показываетъ, что оболочка зародышеваго мѣшка имѣетъ надъ колпачками синергидъ отверстiе (*B*, *C*). Колпачки синергидъ, слѣдовательно, замыкаютъ его. Они, замѣтимъ мимоходомъ, весьма распространены, въ особенности у односѣмядольныхъ растенiй, и часто выростаютъ у этихъ послѣднихъ изъ зародышеваго мѣшка очень значительно. Часто наблюдаемая у нихъ продольная полосатость зависитъ отъ поръ, наполненныхъ плазматическимъ содержимымъ. — Возвратимся теперь опять къ нашему препарату, лежащему въ водѣ или въ сахарномъ растворѣ, и убѣдимся еще въ томъ, что и здѣсь распредѣленiе содержимаго въ синергидахъ и яйцѣ совершенно такое же, какъ у Monotropa и Orchis (*B*, *C*). Въ синергидахъ клѣточныя ядра лежатъ въ верхней, а вакуоля въ нижней части, въ яйцѣ наоборотъ. — Если-же желаемъ прослѣдить у Torenia процессъ оплодотворенiя, то надо для этой цѣли произвесть опыленiе цвѣтовъ. Между опыленiемъ и оплодотворенiемъ проходитъ 36 часовъ, такъ что мы можемъ приступить къ нашимъ наблюденiямъ лишь черезъ полтора или два дня. Отдѣляемъ, какъ и прежде, сѣмяпочки отъ плаценты, но возможно осторожнѣе, подъ симплексомъ, чтобы получить возможно бóльшiе участки цвѣтневыхъ трубокъ. Здѣсь эти послѣднiя очень легко можно прослѣдить до вершины зародышеваго мѣшка и, между колпачками

синергидъ, до яйца (*D*, *E*). Можно видѣть, что цвѣтневыя трубки, направляемыя пляцентами, направляются дальше сѣмяносцами, пока не достигнутъ вершины зародышеваго мѣшка. Здѣсь сказывается непосредственное вліяніе, оказывающее дѣйствіе на направленіе роста цвѣтневыхъ трубокъ, такъ какъ есть



Фиг. 109. Torenia asiatica. *A* двѣ сѣмяпочки на пляцентѣ (*p*); *e* свободная верхушка зародышеваго мѣшка; *e** его расширенная въ сѣмяпочкѣ часть; *f* сѣмяносецъ; *i* покровъ. Увелич. 240. *B* и *C* свободная верхушка зародышеваго мѣшка до оплодотворенія; *fl* колпачки синергидъ (волосяной аппаратъ), *o* яйцо. *D* и *E* во время оплодотворенія, *D* съ частію сѣмяносца *f*; *t* цвѣтневая трубка. *B* — *E* увел. 600 разъ.

основаніе допустить, что синергиды выдѣляютъ особое вещество, которое дѣйствуетъ на цвѣтневую трубку въ качествѣ раздражителя. — Колпачки синергидъ, благодаря своей мягкости, оказываютъ происходящему выдѣленію слабое сопротивленіе. Кромѣ того, въ тѣхъ случаяхъ, когда колпачки синергидъ развиты особенно сильно, они оказываются пронизанными тон-

кими каналами, которые проводятъ наружу выдѣляемое вещество. У Torenia, какъ и у другихъ, синергиды, послѣ проникновенія цвѣтневой трубки, разрушаются и получаютъ уже извѣстное намъ свойство сильно преломлять свѣтъ. Для изученія дальнѣйшихъ явленій этотъ объектъ не удобенъ.

Примѣчанія къ XXIX-му упражненію.

[1]) Goebel, Grundzüge d. Syst. etc. pag. 417. Lürssen, Grundz. d. Bot. pag. 356. Med. Pharm. Bot. Bd. II, pag. 244. Prantl, Lehrb. d. Bot. IV. Aufl., pag. 195.

[2]) Strasburger, Befr. u. Zellth, pag. 34 и 35.

[3]) Тамъ-же, pag. 55.

[4]) Тамъ-же, pag. 54.

[5]) Тамъ-же, pag. 52.

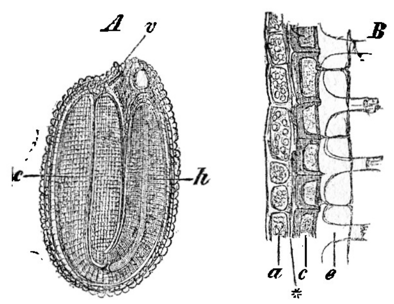
XXX. Упражненіе.

Строеніе сѣмянъ покрытосѣмянныхъ растеній.

Постараемся теперь познакомиться съ строеніемъ зрѣлаго сѣмени и обратимъ особенное вниманіе на заключающійся въ немъ зародышъ. Въ качествѣ сравнительно удобнаго объекта возьмемъ крестоцвѣтное растеніе Capsella bursa pastoris, которая была употребляема для эмбріологическихъ изслѣдованій особенно часто [1]). Сѣмя этого растенія сравнительно очень мало, но это-то именно и удобно при изслѣдованіи исторіи развитія. По этому случаю постараемся также преодолѣть и затрудненія, которыя представляетъ, въ данномъ случаѣ, рѣзаніе зрѣлаго сѣмени. Изъ этого послѣдняго необходимо сдѣлать прежде всего срединно-продольный разрѣзъ, такъ какъ мы должны знать, какъ выглядитъ объектъ, развитіе котораго желаемъ изучать. Такой разрѣзъ получается сравнительно легко между пальцами, если имѣются свѣжія сѣмена. Еще легче удаются разрѣзы, если сѣмя зажать между двумя плоскими пробковыми пластинками и вести бритву между ними. Можно также заклеить сѣмя въ желательномъ положеніи, посредствомъ раствора камеди, между двумя кусочками мягкаго дерева липы или тополя и, когда камедь высохнетъ, дѣлать сразу разрѣзы дерева и сѣмени. Возможно еще заключить сѣмя, на концѣ брусочка бузинной сердце-

вины, въ каплю камеди, къ которой прибавлено немного глицерину и, давъ высохнуть, рѣзать вмѣстѣ съ камедью.

Разрѣзы—получены-ли они тѣмъ или другимъ способомъ—должно изслѣдовать въ глицеринѣ, потому что въ водѣ зародышъ разбухаетъ и выдвигается изъ оболочки сѣмени. Зародышъ (фиг. 110, *A*) заполняетъ все сѣмя; онъ согнутъ пополамъ, такъ что сѣмянодоли (*c*) прилегаютъ къ подсѣмянодольному колѣну (*h*) (срав. фигуру). Такое положеніе зародыша характерно для отдѣленія Notorhizae семейства Cruciferae и обозначается знакомъ ||0. Если разрѣзъ тонокъ и прошелъ дѣйствительно вдоль средины (какъ на прилагаемой фигурѣ *A*), то между основаніями сѣмянодолей видѣнъ маленькій конусъ возростанія стебелька и на корешковомъ концѣ подсѣмянодольнаго колѣна можно видѣть оконечность, состоящую изъ немногихъ слоевъ клѣточекъ корневаго чехлика. Эндосперма въ сѣмени здѣсь нѣтъ; зародышъ непосредственно окруженъ оболочкою сѣмени, кожурой (testa). Если прибѣгнемъ къ болѣе сильному увеличенію, то увидимъ, что кожура (фиг. 110, *B*) состоитъ изъ трехъ слоевъ клѣточекъ. Внутренній слой (*a*) состоитъ изъ сравнительно слабо утолщенныхъ клѣточекъ, съ безцвѣтными стѣнками и зернистымъ содержимымъ. Прибавленіе іоднаго раствора показываетъ, что зерна эти окрашиваются въ желтобурый цвѣтъ и состоятъ, слѣдовательно, изъ клейковины. Снаружи этого слоя лежитъ второй слой (*c*), клѣточки котораго имѣютъ стѣнки, окрашенныя въ темнобурый цвѣтъ и сильно утолщенныя съ внутренней стороны. Наружный слой кажется въ концентрированномъ глицеринѣ въ видѣ безцвѣтной, гомогенной кожицы; клѣточки его, именно, очень плоскія и утолщены до потери полости. Между внутреннимъ и вторымъ снаружи слоемъ часто можно бываетъ различать еще одинъ слой плоскихъ клѣточекъ, который представляется въ видѣ простой кожицы. При разсматриваніи кожуры снаружи, легко различаемъ контуры многогранныхъ клѣточекъ наружнаго таблитчатаго слоя. Обращенныя внутрь части этихъ клѣточекъ отдѣляются отчасти другъ отъ друга посредствомъ межклѣтныхъ пространствъ, которыя наполнены воздухомъ. По срединѣ



Фиг. 110. Capsella bursa pastoris. *A* продольный разрѣзъ зрѣлаго сѣмени. *h* подсѣмянодольное колѣно; *c* сѣмянодоли; *v* сосудистый пучекъ сѣмяносца. Увелич. 26. *B* часть продольнаго разрѣза кожуры, послѣ дѣйствія воды. *e* разбухшій эпидермисъ; *c* бурый, сильно утолщенный слой; * раздавленные слои клѣточекъ, *a* алейроновый слой. Увелич. 240.

каждой клѣточки можно различать мало замѣтную часть, сильнѣе преломляющую свѣтъ. Стѣнки слѣдующаго по направленію внутрь слоя бураго цвѣта, сильно утолщены, а самыя клѣточки только немного меньше клѣточекъ наружнаго слоя. Напротивъ, клѣточки третьяго слоя, содержащаго клейковину, гораздо меньше. Если теперь къ краю покровнаго стеклышка прибавимъ воды, то увидимъ, что клѣточки наружнаго слоя быстро увеличиваются въ поперечномъ разрѣзѣ; каждая изъ нихъ сильно выпячивается наружу, въ ихъ срединѣ обнаруживается столбикъ, сильно преломляющій свѣтъ. Полости и теперь не видно; вся клѣточка заполнена слоями утощенія стѣнки, причемъ наружные слои утолщенія преломляютъ свѣтъ слабо, а внутренніе сильно. Эти самые внутренніе слои утолщенія образуютъ характерный центральный столбикъ (columella), который рѣзко выступаетъ теперь и при разсматриваніи снаружи, между тѣмъ какъ находящіяся между клѣточками межклѣтныя пространства въ то-же время исчезаютъ. Разбухающія стѣнки обнаруживаютъ большею частію явственную слоистость. При дальнѣйшемъ дѣйствіи воды кутикула на клѣточкахъ разрывается и наружные слои утолщенія выступаютъ наружу, распространяясь въ окружающей водѣ въ видѣ незамѣтной слизи. Преломляющій свѣтъ столбикъ сохраняется и обозначаетъ средину каждой клѣточки (фиг. 110, *B* при *e*). Онъ увеличился довольно замѣтно, и на его вершинѣ можно различать остатки растворившихся слоевъ утолщенія. Также точно сохраняются боковыя срединныя пластинки и, такъ какъ онѣ не разбухаютъ, то представляются ниже столбиковъ. Все это изображено на фиг. 110, *B*), которая представляетъ кожуру послѣ дѣйствія воды. Эти явленія разбуханія быстрѣе наблюдаются, если разрѣзъ изслѣдовать сначала въ алкоголѣ, а затѣмъ подѣйствовать на него водою. — Подобное ослизненіе слоевъ утолщенія наружныхъ клѣточекъ сѣмянъ и распадающихся плодовъ, представляется явленіемъ довольно распространеннымъ, которое обусловливаетъ приклеиваніе сѣмянъ къ посторонпимъ предметамъ и служитъ, такимъ образомъ, для ихъ перенесенія, а съ другой стороны послѣдствіемъ этого является сильное задерживаніе воды на поверхности сѣмени.

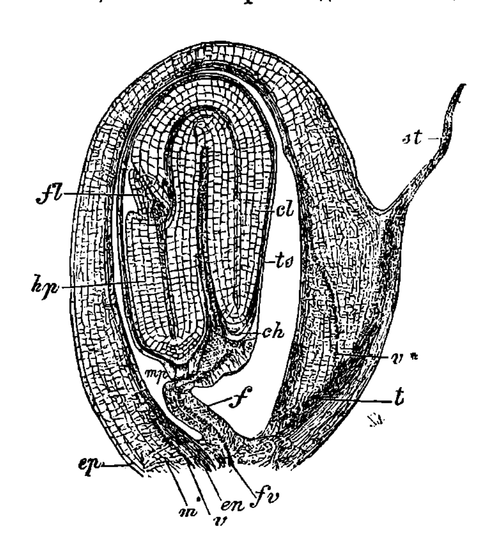
Такъ какъ рѣзаніе зрѣлаго сѣмени представляетъ нѣкоторыя затрудненія, то, коль скоро требуется познакомиться только съ положеніемъ и строеніемъ зародыша, можно дѣлать разрѣзы не вполнѣ зрѣлыхъ, болѣе мягкихъ сѣмянъ и брать совершенно зрѣлыя сѣмена лишь для изученія кожуры. Затѣмъ перейдемъ къ болѣе молодымъ фазамъ развитія и положимъ для этого цѣлые зачатки сѣмянъ въ ѣдкое кали. Такіе зачатки сѣмянъ удобнѣе всего получаются такъ, что стручечекъ вскрываютъ вдоль по-поламъ и вынимаютъ ихъ скальпелемъ изъ каждой половины. Зачатки сѣмянъ, пока они не достигнутъ зрѣ-

лости, можно просвѣтлить на столько, что получается возможность въ точности уяснить положеніе зародыша. Зародышъ принимаетъ въ ѣдкомъ кали прекрасный зеленый цвѣтъ; это происходитъ вслѣдствіе того, что зерна крахмала разбухаютъ и обнаруживается хлорофиллъ. Переходя къ болѣе и болѣе молодымъ зачаткамъ сѣмянъ, мы видимъ, что зародышъ (и прежде всего главнымъ образомъ его сѣмянодоли) становится все короче. Онъ все болѣе и болѣе удаляется изъ нижней, кверху загнутой половины зародышеваго мѣшка. Зачатки сѣмени изъ плодиковъ, длина которыхъ безъ ножки около 5 *mm.*, обнаруживаютъ зародышъ въ видѣ маленькаго тѣла сердцевидной формы. Два расходящихся переднихъ бугорка, это зачатки сѣмянодолей. — Разсматривая только что описанныя стадіи развитія, мы вмѣстѣ съ тѣмъ убѣждаемся, что эндоспермъ образуется только на обоихъ концахъ зародышеваго мѣшка и замѣчается преимущественно на рубчиковомъ концѣ (Chalazaende), въ видѣ ткани зеленаго цвѣта. Сѣмянодоли достигаютъ до этой послѣдней ткани и вытѣсняютъ ее лишь въ почти зрѣломъ сѣмени. Мы убѣждаемся также, что кожура развивается изъ обоихъ клѣточныхъ слоевъ наружнаго и внутренняго слоя внутренняго покрова. Этотъ послѣдній слой клѣточекъ очень рано начинаетъ отличаться густымъ содержимымъ. Одинъ или два слоя клѣточекъ, лежащихъ между этимъ внутреннимъ слоемъ и наружнымъ покровомъ, постепенно растягиваются и раздавливаются, такъ что они образуютъ подъ конецъ лишь кожицу, лежащую между вторымъ и третьимъ слоемъ зачатка сѣмени. — Чтобы познакомиться съ строеніемъ яйцеваго аппарата въ сѣмяпочкѣ, когда онъ способенъ уже къ оплодотворенію, обратимся къ алкогольному матеріалу, который просвѣтляютъ до надлежащей степени, осторожно прибавляя ѣдкаго кали. Мы убѣждаемся такимъ образомъ въ существованіи двухъ синергидъ и одного яйца, между тѣмъ какъ увидѣть антиподныя клѣточки весьма трудно. Строеніе сѣмяпочекъ легко можно прослѣдить на свѣжемъ матеріалѣ, изслѣдуемомъ въ водѣ, или-же объекты немного просвѣтляютъ незначительнымъ количествомъ кали. Сѣмяпочка кампилотропна, т. е. ядро сѣмяпочки и зародышевый мѣшокъ изогнуты, какъ это можно было замѣтить и на болѣе позднихъ стадіяхъ развитія. Наружный покровъ двуслойный, внутренній въ верхней своей части двуслойный, дальше трехслойный. Ядро сѣмяпочки на этой фазѣ уже вытѣснено, такъ что зародышевый мѣшокъ прилегаетъ непосредственно къ внутреннему покрову. Сѣмяносецъ значительной длины, вдоль него проходитъ сосудистый пучокъ, заканчивающійся возлѣ рубчика и замѣтный еще и въ зрѣломъ сѣмени (фиг. 109, *A*, *v*). На послѣдующихъ стадіяхъ, и именно безъ прибавленія кали, прекрасно видны зачатки зародыша. Мы видимъ, что оплодотворенное яйцо выростаетъ въ предростковую

нить, которая состоитъ приблизительно изъ шести клѣточекъ, изъ которыхъ самая верхняя, т. е. наиболѣе удаленная отъ микропиле, округляется затѣмъ въ зародышевый шарикъ, между тѣмъ какъ самая нижняя клѣточка зародышеносца или суспенсора, клѣточка прикрѣпленія, въ то-же время пузыревидно вздувается, вытѣсняетъ всю ткань вершины ядра сѣмяпочки и образуетъ пузырь, который мы находимъ въ этомъ мѣстѣ даже и въ зрѣломъ состояніи. Эта вздутая клѣточка служитъ вѣроятно для передачи зародышу питательныхъ веществъ. Одновременно сильно разбухаетъ ткань зубчика и содержимое ея клѣточекъ принимаетъ темную окраску. Вскорѣ здѣсь замѣчаются зеленыя клѣточки эндосперма, которыя окружаютъ въ небольшомъ числѣ зародышъ и со стороны микропиле. — Уже на такихъ препаратахъ видимъ мы, что увеличившійся зародышевый шарикъ отдѣляется отъ суспенсора перегородкою и вскорѣ раздѣляется посредствомъ продольной стѣнки, за которой появляется, перпендикулярно къ ней, по второй продольной стѣнкѣ, а затѣмъ, на половинѣ высоты, по поперечной перегородкѣ. Такимъ образомъ, зародышевый шарикъ представляется раздѣленнымъ на октанты, въ которыхъ позже попеременно развиваются периклиническія и антиклиническія перегородки. Зародышевый шарикъ увеличивается, число его клѣточекъ становится больше, и онъ дѣлается нѣсколько плоскимъ, послѣ чего на его переднемъ концѣ выростаютъ сѣмянодоли. Послѣднія сначала вполнѣ сходятся своими основаніями и только позже между ними появляется выпуклый конусъ возростанія стебелька.

Для изученія зародыша односѣмянодольныхъ мы избираемъ обыкновенную частуху, Alisma Plantago [2]). Объектъ этотъ дѣйствительно очень удобенъ для подобныхъ изслѣдованій, вслѣдствіе чего онъ и былъ употребляемъ для этой цѣли особенно часто. Прежде всего познакомимся съ развитымъ состояніемъ. Цвѣтокъ Alisma Plantago содержитъ много мономерныхъ плодниковъ: это цвѣтокъ поликарпическій. Каждый цвѣтокъ производитъ, слѣдовательно, многочисленные плоды, которые, будучи сильно сближены, составляютъ сборный плодъ (syncarpium), трехгранной формы. Отдѣльные плодики сильно сплющены, кверху немного утолщаются, въ профиль обратно-сердцевидной формы, съ срединно-продольною спинною бороздкою. На половинѣ высоты брюшныхъ краевъ, обращенныхъ къ общему центру сборнаго плода, находится нитевидный отростокъ, соотвѣтствующій засохшему столбику плодника. Для дальнѣйшаго изслѣдованія выбираемъ почти зрѣлый сборный плодъ, защемляемъ отдѣльный плодикъ межъ двухъ половинъ расщепленной по-поламъ пробки и проводимъ между этими послѣдними бритвою. Такимъ образомъ годные срединно-продольные разрѣзы получаются безъ труда, между тѣмъ какъ рѣзаніе между пальцами затрудни-

тельно, потому что кожура сѣмени слишкомъ твердая. Одновременно приготовляемъ обычнымъ способомъ, между двумя кусочками пробки, нѣсколько поперечныхъ разрѣзовъ. Продольные разрѣзы разсматриваемъ въ водѣ, къ которой прибавляемъ немного ѣдкаго кали. Для поперечныхъ разрѣзовъ достаточно чистой воды. Удаленіе воздуха, которое необходимо произвесть при изученіи кожуры на продольныхъ разрѣзахъ, совершается или посредствомъ помѣщенія разрѣзовъ въ алкоголь, или посредствомъ воздушнаго насоса. Нѣкоторые разрѣзы кладемъ еще въ карболовую кислоту и получаемъ, такимъ образомъ, изображенія, весьма хорошо дополняющія прочія. — Продольный разрѣзъ, если онъ прошелъ правильно, имѣетъ видъ, подобный представленному на прилагаемой фиг. 111. Мы видимъ сперва сравнительно толстую стѣнку плода, перикарпъ, поверхность котораго покрыта эпидермисомъ (*ep*). Этотъ послѣдній, какъ показываетъ продольный разрѣзъ, довольно рѣзко отдѣляется отъ остальной части перикарпа и потому можетъ быть названъ эпикарпомъ. За эпидермисомъ слѣдуетъ паренхиматическая ткань, состояща- изъ приблизительно изоя діаметрическихъ, умѣренно утолщенныхъ, соединенныхъ безъ промежутковъ и наполненныхъ воздухомъ клѣточекъ: она составляетъ мезокарпъ (*m*). Дальше внутрь слѣдуетъ нѣсколько слоевъ склеренхиматическихъ элементовъ, представляющихъ эндокарпъ (*en*). Дѣйствительно срединно-продольный разрѣзъ проходитъ на спинной сторонѣ плодовой стѣнки чрезъ слизевой ходъ, который, однако, бываетъ хорошо видѣнъ только въ не совсѣмъ зрѣлой кожурѣ, въ зрѣлой же онъ, напротивъ, представляется почти пустымъ и едва отличается отъ сосѣдней ткани. Не вполнѣ срединно-продольные разрѣзы могутъ обнару-



Фиг. 111. Alisma Plantago. Срединно-продольный разрѣзъ зрѣлаго сѣмени. *ep* эпикарпъ (эпидермисъ); *m* мезокарпъ; *en* эндокарпъ стѣнки плода (перикарпъ); *v* сосудистый пучокъ въ этой послѣдней; *v** конецъ сосудистаго пучка; *st* отмершій столбикъ; *t* путь цвѣтневой трубки; *f* сѣмяносецъ сѣмени съ сосудистымъ пучкомъ *fv*; *mp* микропиле; *ch* рубчиковый конецъ; *ts* кожура (testa); *hp* подсѣмянодольное колѣно зародыша; *fl* первый листъ; *cl* сѣмянодоля. Увелич. 28.

жить сосудистый пучокъ (*v*), который, прикладываясь къ склеренхиматическому эндокарпу, поднимается по спинной сторонѣ плода и заканчивается у брюшнаго края, именно въ его нижней половинѣ (при *v**). Подъ мѣстомъ прикрѣпленія засохшаго столбика (*st*) брюшной край стѣнки плода выдается впередъ и состоитъ въ этомъ мѣстѣ изъ сильно удлиненныхъ клѣточекъ. За ними, по направленію внутрь, въ благопріятныхъ случаяхъ бываетъ видѣнъ наполненный воздухомъ ходъ (*t*), который подходитъ къ пути цвѣтневой трубки и можетъ быть прослѣженъ до самаго основанія полости завязи. Это тотъ путь, по которому цвѣтневыя трубки доходятъ до микропиле сѣмяпочки. Такъ какъ сѣмяпочка обращена микропиле къ спинному краю плодника, то цвѣтневыя трубки, проникнувъ въ полость завязи, должны были обростить ея сѣмяносецъ. — Эпи-, мезо- и эндокарпъ различаются на поперечныхъ разрѣзахъ еще лучше, чѣмъ на продольныхъ, и бороздка на срединѣ спинки выступаетъ на такихъ разрѣзахъ особенно явственно. Сѣмя, какъ показываетъ срединно-продольный разрѣзъ плода, заполняетъ почти совершенно полость завязи и прикрѣплено въ центральномъ положеніи ко дну завязи посредствомъ довольно длиннаго, изогнутаго сѣмяносца (*f*). Въ этотъ сѣмяносецъ входитъ сосудистый пучокъ (*fv*). Сѣмя кампилотропное и совершенно заполнено зародышемъ. Въ качествѣ кожуры (*ts*) существуетъ только тонкая кожица, состоящая изъ двухъ явственно различаемыхъ слоевъ клѣточекъ. Между ними видѣнъ мѣстами еще третій слой, изъ раздавленныхъ клѣточекъ, который обнаруживается яснѣе послѣ разбуханія въ ѣдкомъ кали. Микропиле (*mp*) рѣзко выдается на сѣмени. Корневой кончикъ зародыша прикладывается къ микропиле съ внутренней стороны. Этотъ корневой кончикъ немного утолщается, а по срединѣ выдается въ видѣ бородавки. Если разрѣзъ прошелъ черезъ самую средину зародыша, то можно видѣть, что эта бородавкообразная выпуклость состоитъ изъ двухъ корневыхъ колпачковъ, края которыхъ переходятъ въ эпидермисъ. На полувысотѣ сѣмени видѣнъ въ зародышѣ обращенный наружу, узкій вырѣзъ, въ которомъ помѣщается конусъ возростанія стебелька. Этотъ конусъ возростанія окруженъ влагалищемъ сѣмянодоли. Отъ него отходитъ зачатокъ листа, стоящій по срединѣ снаружи (въ нашемъ изображеніи слѣва) и совершенно заполняющій вырѣзъ. Часть, находящаяся между этимъ конусомъ возростанія и концомъ корня, есть подсѣмянодольное колѣно (Hypocotyl). Оно покрыто эпидермисомъ и представляетъ три слоя коровыхъ клѣточекъ, правильно расположенныхъ въ видѣ полыхъ цилиндровъ, и срединный пучокъ удлиненныхъ клѣточекъ, который идетъ отъ конца корня къ конусу возростанія стебля. Коровые слои имѣютъ на верхушкѣ только одинъ слой общихъ иниціаловъ. Надъ этими послѣдними

проходитъ дерматогенъ, отъ котораго отдѣляются два корневыхъ колпачка. Центральный пучекъ, который долженъ быть названъ плеромою, завершается собственными иниціалами. Подсѣмянодольное колѣно переходитъ въ одну сѣмянодолю. Послѣдняя, соотвѣтственно формѣ полости сѣмени, представляется перегнутою, постепенно утолщается къ своему концу и достигаетъ имъ, наконецъ, до рубчиковаго конца сѣмени. Сѣмянодоля состоитъ тоже изъ слоевъ клѣточекъ, параллельно расположенныхъ въ видѣ полыхъ цилиндровъ, а вдоль проходитъ по ней центральный пучокъ удлиненныхъ клѣточекъ. Этотъ пучокъ изгибается подъ конусомъ возростанія и переходитъ въ пучокъ подсѣмянодольнаго колѣна (срав. фигуру). Ряды клѣточекъ коры тоже переходятъ, слабо изгибаясь, изъ подсѣмянодольнаго колѣна въ сѣмянодолю. Эта послѣдняя представляетъ въ нижней своей части, подобно подсѣмянодольному колѣну, три слоя коровыхъ клѣточекъ; выше, соотвѣтственно утонченію, два слоя и, наконецъ, одинъ слой. Центральный пучокъ заканчивается на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершины сѣмянодоли. Отъ эндосперма въ зрѣломъ сѣмени не остается и слѣдовъ. Всѣ клѣточки самаго зародыша сильно наполнены крахмаломъ.—Поперечные разрѣзы сѣмени не обнаруживаютъ ничего новаго. Но всегда одновременно представляется два поперечныхъ разрѣза, которые отдѣлены другъ отъ друга полоскою ткани, переходящею во внутренній слой клѣточекъ кожуры. Строеніе кожуры на поперечныхъ разрѣзахъ явственнѣе, нежели на продольныхъ. Поперечные разрѣзы зародыша прекрасно показываютъ концентрическое расположеніе слоевъ клѣточекъ.

Оба покрытосѣмянныхъ растенія, которыя мы изслѣдовали, представляютъ намъ чрезвычайно типическіе, но вмѣстѣ и крайніе примѣры развитія зародыша у двусѣмянодольныхъ и односѣмянодольныхъ растеній, такіе типы, которые далеко не исчерпываютъ всего разнообразія наблюдавшихся случаевъ. Такъ, между двусѣмянодольными есть даже такія, которыя имѣютъ только одну сѣмянодолю (Carum Bulbocastanum, Ranunculus Ficaria), а между односѣмянодольными такія, у которыхъ сѣмянодоля развивается на верхушечномъ конусѣ возростанія стебелька сбоку (Dioscoraceae, Commelyneae [3]).

Примѣчанія къ XXX-му упражненію.

[1]) Срав. Hanstein, Bot. Abhandl. Bd. I. Heft 1, pag. 5. Westermaier, Flora 1876, pag 483. Famintzin, Mém. de l'Acad. imp. d. sc. d. St. Petersb. VII. Sér. T. XXVI, № 10. Kny, bot. Wandtafeln, Heft I, pag. 20 Сопоставленіе всѣхъ эмбріологическихъ работъ у Goebel'я, Vergl. Entwicklungsgeschichte, in Schenk's Handb. d. Bot. Bd III, pag. 165 ff.

[2]) Hanstein, Bot. Abhandl. Bd. I, pag. 33; Famintzin, Mém. de l'Acad. imp. de St. Petersb. VII. sér. T. XXVI. № 10, pag. 4.

[3]) Литература у Goebel'я, l. c. pag. 196 ff.

XXXI. Упражненіе.

Плодъ покрытосѣмянныхъ растеній.

Мы познакомились уже съ возможно простымъ случаемъ развитія плодовой коробочки изъ нижней завязи; у орхидныхъ разсмотримъ теперь еще нѣсколько болѣе сложныхъ плодовъ.

Зрѣлая слива (Prunus domestica) представляетъ на своей поверхности нѣжный восковой налетъ, который обнаруживается, при разсматриваніи эпидермиса съ поверхности, въ видѣ мелкозернистаго покрова. Въ тоже время мы видимъ, что эпидермисъ сливы состоитъ изъ клѣточекъ, которыя соединены въ группы, ясно обнаруживающія свое происхожденіе изъ общихъ материнскихъ клѣточекъ; онѣ содержатъ розово-красный ячейковый сокъ. Тонкій поперечный разрѣзъ показываетъ намъ подъ эпидермисомъ нѣсколько слоевъ клѣточекъ, величина которыхъ, по направленію внутрь, сперва быстро уменьшается, а затѣмъ остается постоянною. Клѣточки эти округлены, но образуютъ, однако, только небольшія межклѣтныя пространства. Онѣ содержатъ весьма мелкія, малочисленныя, желтовато-зеленыя зерна хлорофилла, тонкій стѣнкоположный слой протоплазмы, клѣточное ядро и безцвѣтный ячейковый сокъ. По этой паренхиматической ткани проходятъ многочисленныя вѣтви сосудистыхъ пучковъ. Вблизи косточки клѣточки паренхимной ткани становятся мельче и удлиняются въ радіальномъ направленіи. Сама косточка — которую, чтобы не выщербить бритву, нужно рѣзать очень осторожно, сдѣлавъ сначала карманнымъ ножемъ плоское мѣсто — состоитъ изъ сильно утолщенныхъ, одревеснѣвшихъ элементовъ, которыхъ стѣнки пронизаны красиво вѣтвящимися каналами. Исторія развитія показываетъ, что косточка относится къ стѣнкѣ плода, къ перикарпу; что эпидермисъ сливы, эпикарпъ, происходитъ изъ эпидермиса завязи; и что плодовая мякоть, мезокарпъ, развивается изъ наружныхъ, прилегающихъ къ эпидермису, а косточка, эндокарпъ, изъ внутреннихъ частей ткани завязи. Вся ткань сливы, съ косточкою включительно, происходитъ, слѣдовательно, изъ стѣнки завязи. Косточка окружаетъ сѣмя, которое состоитъ изъ зародыша, изъ нѣжной кожуры и остатковъ эндосперма, находящихся между зародышемъ и кожурой. Поперечный разрѣзъ легко обнаруживаетъ двѣ сѣмянодоли, прилегающія другъ къ другу плоскими сторонами. Срединно-продольный разрѣзъ показываетъ намъ

между сѣмянодолями стебелекъ зародыша, который вдается своимъ корневымъ концомъ въ микропильный конецъ сѣмени, и почечку, plumula, между основаніями сѣмянодолей. Зародышъ вытѣснилъ во время своего роста всю ткань зачатка сѣмени, за исключеніемъ тонкой кожуры, на которой, сбоку отъ микропиле, еще выдается гребневидно засохшій сѣмяносецъ. Тонкіе поперечные разрѣзы сѣмени показываютъ, что кожура состоитъ изъ слоевъ спавшихся клѣточекъ и усѣяна снаружи округлыми клѣточками, которыя расположены одиночно или группами и которыя утолщены или исключительно только съ выпуклой наружу стороны, или-же преимущественно съ этой стороны. Между кожурой и сѣмянодолями находится болѣе или менѣе значительная толща эндосперма, мѣстами состоящая только изъ одного слоя или даже совершенно вытѣсненная. Разсматриваніе кожуры съ поверхности обнаруживаетъ, что утолщенные, выдающіеся элементы суть одиночныя или группами расположенныя эпидермоидальныя клѣточки кожуры. Стѣнки ихъ утолстились, между тѣмъ какъ сосѣднія клѣточки остались тонкостѣнными, а когда эти послѣднія поспадались, то первыя получили характеръ выростковъ. Поры, находящіяся въ боковыхъ стѣнкахъ, придаютъ этимъ клѣточкамъ очень красивый видъ. Если двѣ утолщенныя клѣточки соприкасаются, то ихъ поры приходятся другъ противъ друга. Исторія развитія показываетъ, что кожура развивается изъ одиночнаго покрова сѣмяпочки. Въ завязи помѣщаются двѣ сѣмяпочки, но развивается только одна изъ нихъ.

Представленное описаніе сливы подходитъ, за исключеніемъ небольшихъ отличій, и къ вишнѣ, которая поэтому можетъ быть взята для изслѣдованія вмѣсто первой.

Познакомимся также съ микроскопическимъ строеніемъ яблока. Яблоко принадлежитъ, подобно сливѣ и вишнѣ, къ числу сочныхъ, неразверзающихся плодовъ; но слива или вишня развивается изъ верхней, одногнѣздной завязи, происшедшей изъ пяти плодолистиковъ. По сравненію съ близко родственными розами, можно даже принять, что пятигнѣздная завязь погружена здѣсь въ полую стеблевую часть, въ такъ называемый hypanthium, и срослась съ этимъ послѣднимъ, воззрѣніе, въ пользу котораго можно привесть, однако, только филогенетическія соображенія. Считать яблоко, подобно плоду шиповника, ложнымъ плодомъ (Scheinfrucht), во всякомъ случаѣ нельзя, такъ какъ образованіе, изъ котораго развивается яблоко, ничѣмъ не отличается отъ нижнихъ завязей многихъ другихъ растеній. — Яблоко увѣнчано на своемъ концѣ пятью болѣе или менѣе отмершими чашелистиками, а также и засохшими остатками прочихъ частей цвѣтка. Съ поверхности, эпидермисъ яблока пред-

ставляется состоящимъ изъ сравнительно мелкихъ, многогранныхъ клѣточекъ, въ распредѣленіи которыхъ еще сказывается послѣдовательность ихъ развитія. Стѣнки клѣточекъ довольно значительной толщины, ихъ ячейковый сокъ безцвѣтенъ, или-же окрашенъ въ розовый цвѣтъ. Поверхность эпидермиса покрыта мелкозернистымъ восковымъ налетомъ. Маленькіе бугорки, которые замѣчаются на поверхности яблока, при разсматриваніи въ лупу, снабжены по срединѣ дыхательнымъ устьицемъ. Часто случается, что ткань подъ такимъ дыхательнымъ устьицемъ отмираетъ, иногда и эпидермисъ въ этомъ мѣстѣ разорванъ и рана закрыта пробковой тканью. Тонкіе поперечные разрѣзы показываютъ, что эпидермисъ сильно утолщенъ съ наружной стороны. Подъ нимъ лежитъ нѣсколько слоевъ удлиненныхъ въ тангентальномъ направленіи, довольно толстостѣнныхъ клѣточекъ, которыя, по направленію внутрь, постепенно становятся больше, ихъ стѣнки тоньше и въ тоже время возростаетъ содержаніе хлорофилла. Такимъ образомъ, между эпикарпомъ и мезокарпомъ не существуетъ рѣзкой границы. Зерна хлорофилла сильно наполнены крахмаломъ; ихъ окраска исчезаетъ по направленію внутрь яблока, вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшается и число ихъ; наконецъ, на извѣстной глубинѣ, большія, пузыревидно вздутыя клѣточки мезокарпа содержатъ, кромѣ тонкаго стѣнкоположнаго слоя протоплазмы и клѣточнаго ядра, преимущественно лишь безцвѣтный ячейковый сокъ; межклѣтныя пространства наполнены здѣсь воздухомъ. По всей ткани разсѣяны сосудистые пучки. Пять «сѣмянныхъ камеръ» (Kerngehäuse) выстилаетъ гладкая, твердая кожица, эндокарпъ. Кожица эта соотвѣтствуетъ косточкѣ сливы. Она состоитъ изъ нѣсколькихъ слоевъ склеренхимныхъ волоконъ, которыя утолщены до потери полости и слои утолщенія которыхъ прободаются мелкими порами. Плоскостные разрѣзы показываютъ, что эти склеренхимныя волокна имѣютъ неправильное, косвенное, часто извилистое положеніе и въ различныхъ слояхъ идутъ въ противуположныхъ косвенныхъ направленіяхъ. Пять гнѣздъ по срединѣ часто расходятся, образуя центральный полый ходъ, въ который отдѣльныя гнѣзда въ такомъ случаѣ большею частію открываются. На днѣ каждаго гнѣзда прикрѣплены двѣ сѣмяпочки, изъ которыхъ только одна или обѣ производятъ сѣмена, а иногда и вообще не развивается ни одна изъ нихъ. — Сѣмя почти заполнено зародышемъ, который имѣетъ такое-же строеніе, какъ и зародышъ сливы или вишни. Бурая кожура, напротивъ того, гораздо толще, чѣмъ у только-что названныхъ растеній. На поперечномъ разрѣзѣ она обнаруживаетъ эпидермисъ, наружныя стѣнки котораго сильно утолщены съ внѣшней стороны, причемъ наружные слои утолщенія безцвѣтны и способны къ разбуханію, внутренніе-же буроватаго цвѣта и не разбухаютъ. Въ

разрѣзахъ, лежащихъ въ водѣ, разбухающіе слои, увеличиваясь въ объемѣ, прорываютъ наконецъ кутикулу и выпячиваются сосочковидно наружу. Благодаря этимъ-то слоямъ поверхность влажнаго сѣмени представляется скользкою. Ткань, лежащая подъ эпидермисомъ, состоитъ изъ многогранныхъ, на углахъ округленныхъ, сильно утолщенныхъ и побурѣвшихъ клѣточекъ, за которыми слѣдуетъ приблизительно въ трое болѣе тонкій слой, состоящій изъ тангентально удлиненныхъ, тоже побурѣвшихъ, но не столь сильно утолщенныхъ клѣточекъ. Онѣ прилегаютъ къ блестящей, бѣлой, толстой кожицѣ. Послѣдняя развивается изъ сильно утолщенныхъ наружныхъ стѣнокъ самаго наружнаго слоя ядра сѣмянной почки, между тѣмъ какъ остальная часть кожуры происходитъ изъ наружнаго покрова сѣмяпочки. Внутренній покровъ сѣмяпочки вытѣсняется рано. Клѣточки ядра сѣмяпочки, которыхъ слой утолщенія мы отнесли къ кожурѣ, большею частію сплющены, равно какъ и прочія, еще остающіяся клѣточки ядра сѣмяпочки. За этимъ сплющеннымъ участкомъ ткани слѣдуетъ тонкій слой эндосперма, который мѣстами вытѣсненъ совершенно и который, гдѣ существуетъ, окружаетъ зародышъ. Клѣточки эндосперма сильно наполнены клейковиною. — Эпидермисъ состоитъ, какъ показываютъ послѣдовательные плоскостные разрѣзы, изъ сравнительно мало удлиненныхъ клѣточекъ, которыхъ внутренніе слои утолщенія снабжены порами. Ткань, слѣдующая за эпидермисомъ и на поперечномъ разрѣзѣ представляющаяся изодіаметрическою, оказывается удлиненною въ продольномъ направленіи и снабжена косвенными щелевидными порами. Тангентально удлиненные, внутренніе элементы кожуры расположены относительно предъидущихъ подъ прямымъ угломъ.

Поперечный разрѣзъ зрѣлаго померанца (Citrus vulgaris) [1]) представляетъ снаружи слой, называемый кожею, а внутри гнѣзда, наполненные оранжевокрасною мякотью; число ихъ непостоянно отъ 6 до 12. Съ боковъ гнѣзда отдѣляются другъ отъ друга тонкими перегородками, которыя сходятся къ центральному столбику ткани. Если-бы мы пожелали примѣнить къ данному строенію обычныя названія частей плода, то наружная кожа могла-бы быть названа эпикарпомъ, оранжевокрасная мякоть—мезокарпомъ, а центральный столбикъ ткани и перегородки—эндокарпомъ. Перейдемъ теперь къ микроскопическому изслѣдованію отдѣльныхъ частей. Тонкіе поперечные разрѣзы показываютъ намъ снаружи эпидермисъ изъ мелкихъ клѣточекъ, къ которому прилегаетъ ткань, состоящая изъ клѣточекъ, по направленію внутрь постепенно увеличивающихся. Эпидермисъ, какъ и ближайшая ткань, къ нему прикасающаяся, содержитъ оранжевокрасные хроматофоры, которые дальше внутрь исчезаютъ. Здѣсь между клѣточками уже начинаютъ появляться на-

полненныя воздухомъ межклѣтныя пространства, которыя постепенно становятся больше, а самая ткань получаетъ характеръ псевдопаренхимы. Элементы этой послѣдней удлинены въ тангентальномъ направленіи. Въ кожѣ проходятъ сосудистые пучки, которые разрѣзъ вскрываетъ большею частію продольно и которые вѣтвятся въ периферическомъ направленіи. Къ эпидермису прилегаютъ большія, замѣтныя для невооруженнаго глаза вмѣстилища эѳирныхъ маслъ. Они имѣютъ уже знакомое намъ строеніе, какое мы видѣли у Ruta, и легко позволяютъ различать ихъ стѣнку изъ нѣжныхъ клѣточекъ. — При макроскопическомъ разсматриваніи плода снаружи, мы различаемъ вмѣстилища масла въ видѣ болѣе темныхъ точекъ, а лежащую между ними ткань—въ видѣ болѣе свѣтлой сѣти. Тонкій плоскостной разрѣзъ наружной стороны обнаруживаетъ намъ прежде всего мелкія, многогранныя клѣточки эпидермиса. Тѣ, которыя лежатъ надъ вмѣстилищами масла, отличаются отсутствіемъ оранжево-красныхъ хроматофоровъ; вмѣсто нихъ онѣ содержатъ различной величины безцвѣтные шарики. Въ эпидермисѣ разсѣяны дыхательныя устьица, не содержащія плазмы и замкнутыя извнутри. Непосредственно нижеслѣдующіе разрѣзы представляютъ въ поучительномъ видѣ вмѣстилища масла и окончанія сосудистыхъ пучковъ между ними. Еще болѣе глубокіе разрѣзы показываютъ наконецъ губчатую ткань изъ трубчато удлиненныхъ клѣточекъ. Подлѣ гнѣзда клѣточки кожи становятся еще болѣе длинными, волокнистыми, отчасти сильнѣе утолщены и снабжены, въ такомъ случаѣ, косвенными порами. Такое-же строеніе имѣютъ и перегородки между гнѣздами: внутри изъ губчатой, снаружи изъ волокнистой, частію сильно утолщенной ткани. Губчатые элементы, лежащіе снаружи гнѣзда, а также внутри перегородокъ, легко разъединяются. Волокнистые элементы, напротивъ, соединены между собою довольно крѣпко. Эти послѣдніе видны лучше всего съ плоскости. Съ этою цѣлью гнѣзда разъединяютъ обычнымъ образомъ, причемъ, окружающая ихъ губчатая ткань разрывается, а волокнистый слой остается въ видѣ нѣжнаго бѣлаго покрова на мякоти. Если теперь развернемъ такой покровъ и разсмотримъ его при сильномъ увеличеніи, то увидимъ, что онъ состоитъ изъ многихъ слоевъ волоконъ, параллельныхъ къ поверхности и поперечныхъ къ длинной оси гнѣздъ. Между неутолщенными волокнами разсѣяны такой-же формы утолщенныя и снабженныя порами. — Мякоть состоитъ изъ булавовидныхъ трубочекъ, относительно которыхъ легко можно убѣдиться, даже макроскопически, что всѣ онѣ отходятъ отъ наружной стороны гнѣзда. Онѣ прикрѣпляются здѣсь узкимъ основаніемъ и, вдвигаясь другъ между другомъ, заполняютъ гнѣздо. Онѣ тѣмъ длиннѣе, чѣмъ глубже проникаютъ въ гнѣздо, направленіе ихъ радіальное, поперечное къ длинной оси

гнѣзда. Каждая отдѣльная булава оказывается окруженной снаружи слоемъ плотно соединенныхъ, удлиненныхъ, имѣющихъ волокнистый видъ клѣточекъ, какія мы видѣли вокругъ гнѣзда. Между этими клѣточками тоже разсѣяны одиночныя, сильнѣе утолщенныя, съ косыми порами. Внутренность-же булавы наполнена очень большими, многогранными, тонкостѣнными, сочными клѣточками, въ содержимомъ которыхъ видны веретенообразные, очень узкіе, оранжево-красные хроматофоры. — Центральный столбикъ ткани, къ которому сходятся перегородки, состоитъ изъ такой-же губчатой паренхимы, какъ и внутреннія части кожи. — При «раздѣленіи» померанца, какъ мы видѣли, высвобождается содержимое гнѣздъ, окруженное покрывающимъ гнѣздо волокнистымъ слоемъ, который легко отдѣляется отъ губчатой паренхимы. Этотъ волокнистый слой отдѣляется затѣмъ очень легко отъ боковъ каждой части и нѣсколько труднѣе отъ ея наружной стороны, потому что трубочки мякоти соединены здѣсь съ волокнистымъ слоемъ. — Въ мякоти помѣщается неопредѣленное число сѣмянъ. Они занимаютъ внутренній край отдѣленій и мѣстомъ своего прикрѣпленія повернуты внутрь. При разъединеніи отдѣленій, сѣмена отдѣляются отъ пляцентъ; но большею частію на внутреннемъ краѣ остаются также части ткани центральнаго столбика, вмѣстѣ съ пляцентами.

Такъ какъ померанцовыя деревья нашихъ оранжерей легко могутъ доставить необходимый матеріалъ въ видѣ плодовъ и, притомъ, одновременно различнѣйшія фазы развитія, то мы попробуемъ прослѣдить и исторію развитія этихъ плодовъ, останавливаясь, однако, лишь на главнѣйшихъ стадіяхъ развитія. Поперечный разрѣзъ завязи, взятой изъ цвѣтка, показываетъ уже довольно толстую стѣнку, на периферіи которой находятся вмѣстилища масла, и сильно развитый центральный столбикъ, между тѣмъ какъ гнѣзда имѣютъ сравнительно небольшую величину. Сѣмяпочки расположены во внутреннихъ углахъ гнѣздъ двумя рядами и своею длинною осью направлены кнаружи. Гнѣзда покрыты извнутри эпидермисомъ, къ которому примыкаетъ два или три слоя ткани безъ промежутковъ, между тѣмъ какъ дальше ткань уже содержитъ межклѣтныя пространства. Изъ наружной поверхности каждаго гнѣзда внутрь его вдаются уже маленькіе бугорки, въ построеніи которыхъ участвуютъ внутренній эпидермисъ и первый слой, слѣдующій за этимъ послѣднимъ. Поперечный разрѣзъ маленькаго зачатка плода, имѣющаго около 5 *mm.* въ поперечникѣ, показываетъ на мѣстѣ маленькихъ бугорковъ цилиндрическіе, мелкоклѣтные выростки, которые проникаютъ въ гнѣздо до различной глубины и уже начинаютъ вдвигаться между сѣмяпочками. Эпидермисъ этихъ выростковъ переходитъ въ эпидермисъ гнѣзда, между тѣмъ какъ внутреннія ихъ клѣточки переходятъ въ гиподермальную ткань,

окружающую гнѣздо. Нѣкоторые выростки остановились на ранней фазѣ развитія и клѣточки ихъ поверхности повыростали сосочкообразно. Чѣмъ старше изслѣдуемые зачатки плодовъ, тѣмъ длиннѣе становятся трубочки, которыя наполняютъ увеличивающіяся гнѣзда. Но гнѣзда остаются пока еще очень маленькими въ сравненіи съ сильно растущею въ толщину кожею, на периферіи которой соотвѣтственно возростаетъ число вмѣстилищъ масла. Трубки плодовой мякоти нѣсколько позже начинаютъ утолщаться булавообразно въ верхней своей части, ихъ эпидермисъ вытягивается въ направленіи длины трубокъ, а внутреннія клѣточки трубки остаются изодіаметрическими, вслѣдствіе повторяющихся поперечныхъ дѣленій. Внутреннія клѣточки трубокъ отличаются еще отъ ихъ эпидермиса и желтоватымъ, сильно преломляющимъ свѣтъ содержимымъ. Значительное растяженіе параллельно поверхности гнѣзда испытываетъ также и эпидермисъ, покрывающій гнѣзда, равно какъ и прилегающіе къ эпидермису слои, которые отличались уже на раннихъ фазахъ отсутствіемъ межклѣтныхъ пространствъ. Все это находимъ уже въ зачаткѣ плода, величиною въ 15 или 20 *mm.*, а вмѣстѣ съ тѣмъ, объясняются и главнѣйшіе моменты развитія, потому что трубкамъ теперь остается только рости дальше и дифференцироваться, чтобы достигнуть состоянія, извѣстнаго намъ по зрѣлымъ плодамъ; изъ эпидермиса же гнѣзда и изъ прилегающей къ нему ткани происходитъ волокнистый слой, окружающій участки плода; ткань центральнаго столбика и кожи, теперь уже содержащая воздухъ, производитъ губчатую паренхиму; на периферіи кожи продолжаютъ залагаться вмѣстилища масла, а слои, теперь хлорофиллоносные, содержатъ позже оранжево-красные хроматофоры.

Поперечные разрѣзы завязей, взятыхъ изъ цвѣтка, будучи обработаны ѣдкимъ кали, легко обнаруживаютъ намъ сѣмяпочки [2]) въ продольномъ разрѣзѣ. Сѣмяпочки обратноположныя; мы убѣждаемся въ присутствіи у нихъ двухъ покрововъ, ядра сѣмяпочки, а на вполнѣ срединныхъ разрѣзахъ видимъ и маленькій зародышевый мѣшокъ. Оплодотвореніе происходитъ у померанцовъ черезъ четыре недѣли послѣ опыленія. Прослѣдить процессъ оплодотворенія затруднительно, но если мы сразу обратимся къ сѣмяпочкамъ изъ плодовъ въ 20 *mm.*, то на разрѣзахъ, произведенныхъ между пальцами, легко можемъ найти въ вершинѣ зародышеваго мѣшка зародышъ, состоящій изъ немногихъ клѣточекъ. Ядро сѣмяпочки представляетъ воронкообразное углубленіе и путь, по которому проходила пыльцевая трубка, намѣченъ клѣточками, съ густымъ содержимымъ. Во внутреннемъ покровѣ самый внутренній слой клѣточекъ отличается своею бурою окраскою и незначительною величиною элементовъ. Внутренній покровъ состоитъ всего изъ нѣсколькихъ

слоевъ клѣточекъ, между тѣмъ какъ наружный имѣетъ значительную толщину. Эпидермисъ послѣдняго начинаетъ наполняться мелкозернистымъ содержимымъ и утолщаться снаружи. Если сѣмяпочки достигли вышины въ 3 — 5 *mm.*, то въ нихъ наблюдается весьма своеобразное явленіе. Въ непосредственной близи вершины зародышеваго мѣшка, иногда даже и на значительномъ отъ него разстояніи, показываются бугорки, вдающіеся въ полость зародышеваго мѣшка, бугорки, которые происходятъ, какъ это можно доказать, вслѣдствіе разростанія (Wucherung) прилежащей ткани ядра сѣмяпочки. У Citrus, какъ и у нѣкоторыхъ другихъ покрытосѣмянныхъ, рядомъ съ оплодотворенным яйцомъ, развиваются придаточные зародыши. Срединно-продольные разрѣзы нѣсколько болѣе развитыхъ сѣмяпочекъ, показываютъ различныя стадіи развитія такихъ округлыхъ зачатковъ зародышей, вдающихся въ зародышевый мѣшокъ; особенно много ихъ у передняго конца зародышеваго мѣшка. Изрѣдка удается констатировать, что зародышъ, происходящій изъ яйца, тоже продолжаетъ развиваться. Вскорѣ начинается образованіе эндосперма, и на продольныхъ разрѣзахъ немного сильнѣе развитыхъ сѣмяпочекъ находимъ зародышевый мѣшокъ уже совершенно заполненнымъ эндоспермомъ. Зародыши вдаются въ этотъ послѣдній и нѣкоторые изъ нихъ начинаютъ вскорѣ образовать свои сѣмянодоли и принимать форму, характерную для типическихъ двусѣмянодольныхъ. За исключеніемъ наружныхъ клѣточныхъ слоевъ, все ядро сѣмяпочки вытѣсняется зародышевымъ мѣшкомъ. Клѣточки эпидермиса наружнаго покрова значительно вытянулись въ длину и, въ тоже время, сдѣлались выше. Утолщеніе ихъ наружной стороны стало весьма сильнымъ. Напротивъ, прочія ткани наружнаго, равно какъ и внутренняго покрова, не подверглись существеннымъ измѣненіямъ. — Болѣе позднія фазы развитія показываютъ, что зародыши начинаютъ вскорѣ препятствовать развитію другъ друга; одинъ или нѣсколько зародышей одерживаютъ верхъ надъ остальными и заполняютъ зародышевый мѣшокъ, послѣ совершеннаго вытѣсненія эндосперма. Поэтому, продольный разрѣзъ зрѣлаго сѣмени показываетъ намъ одинъ или нѣсколько другъ возлѣ друга лежащихъ зародышей, рядомъ съ совершенно развитыми зародышами и нѣсколько не полныхъ, задержанныхъ въ своемъ развитіи. Такимъ образомъ и у померанцевъ полиэмбріонія основывается не на существованіи въ зародышевомъ мѣшкѣ нѣсколькихъ, способныхъ къ оплодотворенію яицъ, но на развитіи придаточныхъ зародышей. — Кожура состоитъ изъ наружныхъ слоевъ клѣточекъ ядра сѣмяпочки, сильно наполненныхъ содержимымъ, и изъ обоихъ покрововъ. Граница между этими двумя покровами исчезла, но внутренній слой внутренняго покрова отличается своимъ бурымъ цвѣтомъ. Эпидермисъ

наружнаго покрова значительно увеличился въ вышину, а его наружныя стѣнки пріобрѣли еще большую толщину, вслѣдствіе отложенія новыхъ слоевъ утолщенія съ косыми порами. Наружные слои утолщенія разбухаютъ при соприкосновеніи съ водою и придаютъ сѣмени слизисто-скользкую поверхность. Позднѣе образованные, внутренніе слои утолщенія тоже увеличиваютъ объемъ верхней своей части и сосочкообразно выдаются наружу.

Примѣчанія къ XXXI-му упражненію.

[1]) Срав. также Poulsen: Botaniska Notiser utg. of Nordstedt 1877, pag. 97, тамъ и прочая литература.

[2]) E. Strasburger, Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XII, 1878, pag. 952.

XXXII. Упражненіе.

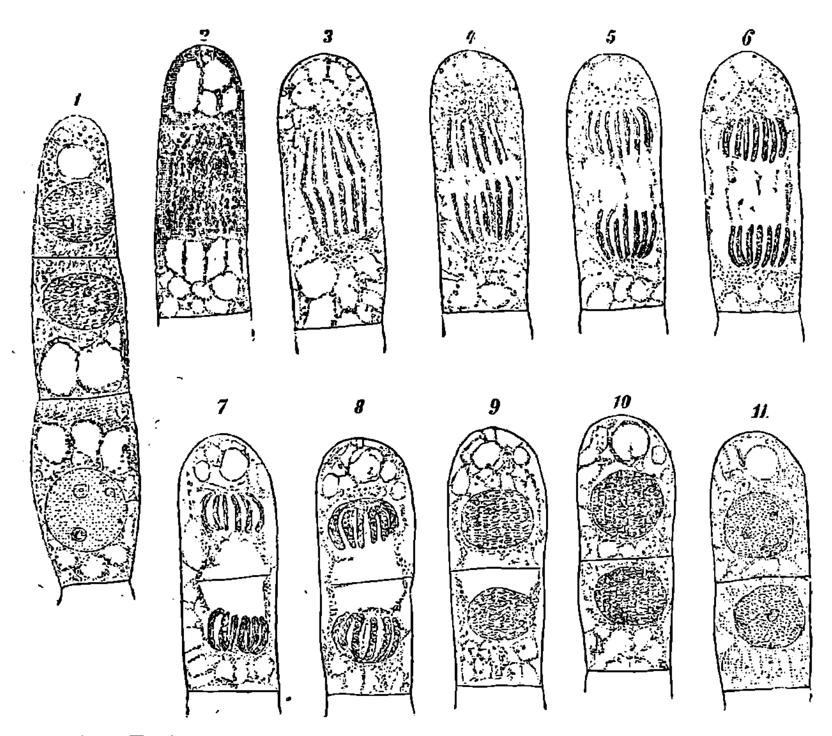
Дѣленіе клѣточекъ и дѣленіе ядеръ.

Самымъ лучшимъ и надежнымъ объектомъ для изученія дѣленія клѣтокъ и ядеръ являются знакомые уже намъ волоски Tradescantia virginica или другаго близкаго вида. Мы должны наблюдать волоски на такихъ стадіяхъ развитія, когда они еще не вполнѣ развились и когда клѣтки ихъ дѣятельно размножаются. Съ этой цѣлью мы возьмемъ для изслѣдованія цвѣточныя почки, длина которыхъ безъ черешка равна 5—6 *mm*. Раскрывъ такую почку, мы прежде всего, помощью тонкаго пинцета, отрываемъ пыльники отъ тычиночныхъ нитей; затѣмъ скальпелемъ дѣлаемъ поперечный разрѣзъ подъ мѣстомъ прикрѣпленія завязи и тычиночныхъ нитей и вынимаемъ всю эту часть изъ почки; далѣе мы помѣщаемъ ее въ каплю 3% раствора сахара и препарируемъ тычиночныя нити подъ простымъ микроскопомъ помощью иголокъ. Завязь вмѣстѣ съ частями цвѣтоложа удаляется изъ препарата. Препаратъ нашъ мы можемъ наблюдать прямо на предметной пластинкѣ; онъ сохраняется живымъ долгое время подъ покровнымъ стеклышкомъ и даетъ возможность примѣнять сильные объективы; или мы помѣщаемъ нашъ препаратъ на покровное стеклышко и, опрокинувъ послѣднее, кладемъ его на края влажной камеры. Этимъ способомъ удается сохранить волоски въ теченіи 12 часовъ, и дольше, свѣжими и способными къ развитію; правда, въ послѣднемъ случаѣ волоски, лежащіе глубже въ висячей каплѣ, не

доступны для изслѣдованія съ сильными объективами, а потому вообще слѣдуетъ имѣть въ виду, чтобы висящая капля была по возможности плоской.

Покоющееся клѣточное ядро представляется мелко-точечнымъ (фиг. 112, *1* — нижняя клѣтка); разсматривая его при сильномъ увеличеніи или наблюдая клѣтки, пострадавшія отъ дѣйствія окружающей жидкости, мы убѣдимся въ томъ, что имѣемъ здѣсь дѣло не съ изолированными зернышками, а скорѣе съ зернышками, плотно примыкающими другъ къ другу и соединенными въ тонкія извилистыя нити; все ядро представляетъ собою сѣть, или точнѣе систему перекладинъ, окруженную нѣжной стѣнкой. — Между извилинами нитей можно различать многочисленныя разной величины ядрышка. Ядро окружено небольшимъ количествомъ протоплазмы, соединяющейся при помощи протоплазматическихъ нитей со стѣнко-положнымъ слоемъ. Эта протоплазма, кромѣ мельчайшихъ, еле замѣтныхъ микрозомовъ, содержитъ болѣе крупныя, сильнѣе преломляющія свѣтъ зерна — лейкопласты. Приготовляющееся къ дѣленію ядро увеличивается въ объемѣ, и изъ тонкихъ нитей его сѣти образуется постепенно одна крупно-зернистая нить. Вслѣдъ за тѣмъ ядро удлиняется, и извилины его нити располагаются въ косомъ направленіи, приблизительно параллельно другъ къ другу (фиг. 112, *2*); въ тоже время протоплазма клѣтки начинаетъ скопляться на обоихъ полюсахъ ядра. Всѣ описанныя здѣсь измѣненія весьма легко прослѣдить на одной и той-же клѣткѣ, нужно только для этого сравнительно долгое время. Затѣмъ зерна въ нити дѣлаются неясными, нить становится постепенно однородной и располагаетъ свои извилины опредѣленнымъ способомъ, прослѣдить который во всѣхъ фазахъ развитія весьма затруднительно. Въ отмирающихъ клѣткахъ ядерныя фигуры въ теченіи короткаго времени становятся болѣе явственными. Изъ различныхъ наблюденій мы можемъ сдѣлать тотъ выводъ, что извилины, расположенныя первоначально въ косомъ направленіи, образуютъ складки въ экваторіальной плоскости ядра и въ тоже время располагаются параллельно длинной оси ядра. Тогда ядерная нить въ мѣстахъ загибовъ распадается на сегменты, какъ на полюсахъ, такъ и на экваторѣ, и ядерная фигура состоитъ тогда изъ отдѣльныхъ кусковъ нитей, крючкообразно загнутыхъ къ экватору. Дальнѣйшія перемѣщенія остаются неясными, и рѣзко выступаетъ опять только та стадія, на которой куски нити представляются въ видѣ прямыхъ, приблизительно равныхъ по длинѣ сегментовъ, соединенныхъ въ два пучка и соприкасающихся въ экваторѣ своими концами (*3*). Если эти дочерніе сегменты очень длинны, то на своихъ полярныхъ концахъ они загибаются крючкообразно; число дочернихъ сегментовъ въ обоихъ пучкахъ одинаково. Съ того време-

ни, когда въ ядрѣ мы видѣли крупно-зернистыя, косо-расположенныя нити (2), прошло больше часа времени. Сегменты кажутся почти однородными, но при сильномъ увеличеніи можно замѣтить на ихъ поверхности слабые перехваты, указывающіе на то, что нити состоятъ изъ участковъ, имѣющихъ форму кружковъ и расположенныхъ одинъ за другимъ. Если въ распоряженіи у насъ имѣется немного времени, то мы начнемъ тщательное наблюденіе съ только что описанной стадіи. Здѣсь



Фиг. 112. Tradescantia virginica. Процессы дѣленія въ клѣткахъ тычиночныхъ волосковъ. Фиг. *1*—въ нижней клѣткѣ покоющееся ядро; верхняя клѣтка только-что раздѣлилась. Фиг. *2*—ядро, обнаруживающее крупно-зернистую косую полосатость. Фиг. *3*—*11*—послѣдовательныя стадіи дѣленія, наблюдаемыя въ одной и той-же клѣткѣ. *3*—въ 10 ч. 10 м.; *4*—въ 10 ч. 20 м.; *5*—въ 10 ч. 25 м.; *6*—въ 10 ч. 30 м.; *7*—въ 10 ч. 35 м.; *8*—въ 10 ч. 40 м.; *9*—въ 10 ч. 50 м; *10*—въ 11 ч. 10 м.; *11*—въ 11 ч. 30 м. Увел. 540.

мы должны ждать непосредственнаго раздѣленія двухъ половинокъ ядра, и оно совершается такъ быстро, что можетъ быть наблюдаемо непосредственно. Обѣ половинки ядра отодвигаются другъ отъ друга въ продольномъ направленіи (4); спустя 5 минутъ онѣ отстоятъ уже другъ отъ друга на значительномъ разстояніи (5).

Не всегда всѣ дочернiе сегменты отдѣляются одновременно другъ отъ друга; нѣкоторые запаздываютъ въ этомъ отношенiи и раздѣляются позже другихъ. Во время расхожденiя дочернiе сегменты загибаются на полюсахъ, становятся короче и, соотвѣтственно этому, толще (*5*). Между обоими половинками ядра остается прозрачное вещество, количество котораго вскорѣ потомъ увеличивается, вслѣдствiе перемѣщенiя протоплазмы, скопившейся прежде на полюсахъ (*5* и *6*). Въ этой прозрачной центральной массѣ мы не замѣчаемъ никакого строенiя; впослѣдствiи, впрочемъ, мы будемъ имѣть возможность констатировать, что фактически масса эта дифференцирована на нити. Она принимаетъ постепенно боченкообразную форму, по прошествiи 25—50 м. послѣ начала расхожденiя мы замѣчаемъ въ экваторiальной плоскости центральной массы черныя, расположенныя въ одинъ рядъ точки. Вслѣдъ за тѣмъ эти точки сливаются другъ съ другомъ и на мѣстѣ ихъ появляется рѣзкая, темная линiя—новая перегородка. Перегородка, слѣдовательно, образуется изъ маленькихъ зернышекъ; послѣднiя суть микрозомы и образуютъ то, что мы называемъ клѣточной пластинкой. Такимъ образомъ въ срединномъ протоплазматическомъ прозрачномъ веществѣ, на равномъ разстоянiи отъ обѣихъ половинокъ ядра, образуется прежде всего клѣточная пластинка, а изъ нея новая перегородка. Если центральное, боченковидное, протоплазматическое тѣло было такъ широко, что заполняло собою весь поперечный разрѣзъ клѣтки, то вновь образующаяся перегородка примыкаетъ повсемѣстно къ стѣнкѣ материнской клѣтки. Если же протоплазматическое тѣло не заполняло всего поперечнаго разрѣза, то, во всякомъ случаѣ, оно прилегало съ одной стороны къ стѣнкѣ материнской клѣтки; послѣ того какъ на этой сторонѣ образовалась новая перегородка, протоплазматическое тѣло начинаетъ двигаться внутри клѣтки, приходитъ въ соприкосновенiе съ ея стѣнкой по всѣмъ направленiямъ и, такимъ образомъ, восполняетъ недостающiе участки на краяхъ новой перегородки. Такимъ образомъ центральное тѣло отстаетъ отъ готовой уже перегородки и, благодоря образованiю новыхъ участковъ клѣточной пластинки, образуетъ недостающiя части перегородки (*7* и *9*). Во время этихъ процессовъ дочернiе сегменты загибаются внутрь ядра и на ихъ экваторiальномъ концѣ (*7* и *8*). Вслѣдствiе этого концы дочернихъ сегментовъ приходятъ во взаимное соприкосновенiе и сливаются; тогда снова получается одна, образующая клубокъ, ядерная нить. Затѣмъ ядерная нить въ каждомъ зачаткѣ дочерняго ядра становится снова мелко-зернистой, и тогда при слабомъ увеличенiи можно замѣтить, что она, дѣлаясь зигзагообразной, начинаетъ утончаться (*9* и *1* въ верхней клѣткѣ). Извилины этой нити становятся длиннѣе, образуютъ все болѣе и болѣе многочисленныя

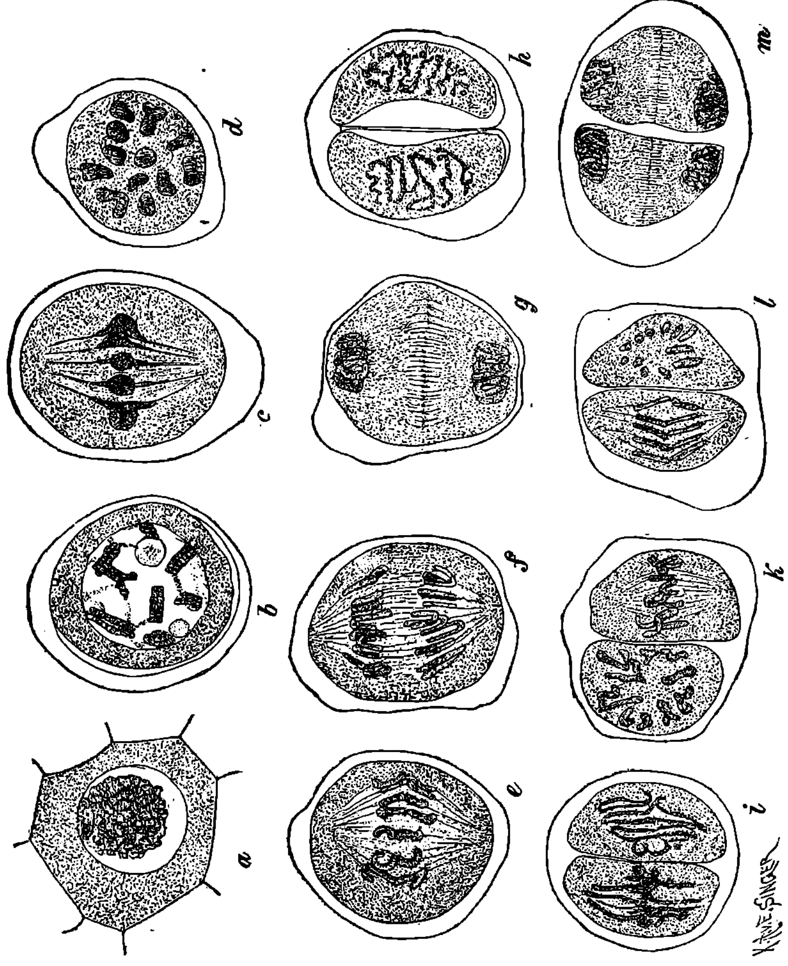
петли, анастомозирующія между собою и такимъ образомъ постепенно получается стадія, послужившая исходной точкой для нашего разсмотрѣнія. Въ тоже время оба дочернія ядра увеличиваются въ объемѣ, и весьма вѣроятно, что они питаются на счетъ окружающей цитоплазмы. При этомъ они медленно приближаются къ новой перегородкѣ. Спустя полтора часа послѣ начала расхожденія дочернихъ ядеръ, образованіе послѣднихъ окончено и въ нихъ появляются ядрышки (*11*). Обработка реактивами даетъ у Tradescantia вообще не удовлетворительные результаты. Всего лучше фиксируетъ 1% уксусная кислота, такъ что мы—для того чтобы одновременно получить и окрашиваніе—будемъ примѣнять метильгрюнъ-уксусную кислоту. При этомъ мы легко убѣдимся, что лежащая между обѣими половинками ядра боченкообразная масса, кажущаяся въ свѣжемъ состояніи прозрачной и служащая мѣстомъ образованія новой перегородки, состоитъ изъ нитей, соединяющихъ оба зачатка дочернихъ ядеръ. Нити эти мы назовемъ соединительными нитями; самыя внутреннія изъ нихъ — прямыя, остальныя же имѣютъ форму дугъ, тѣмъ сильнѣе изогнутыхъ, чѣмъ ближе онѣ лежатъ къ краямъ комплекса. Если мы фиксировали соотвѣтственную стадію развитія, то зернушки, образующія клѣточную пластинку, видны весьма ясно и при сильномъ увеличеніи кажутся экваторіальными вздутіями отдѣльныхъ соединительныхъ нитей.

Для того, чтобы скоро добыть стадіи дѣленія ядеръ и клѣтокъ въ фиксированномъ состояніи, возмемъ для изслѣдованія материнскія клѣтки цвѣтени однодольныхъ. Особенно пригодны для этой цѣли многія Liliaceae, какъ Fritillaria, Lilium, Alstroemeria, имѣющія особенно крупныя материнскія клѣтки пыльцы и клѣточныя ядра. Названные роды на столько близки въ этомъ отношеніи между собою, что могутъ замѣнять другъ друга. Основывая, поэтому, наше описаніе на Fritillaria persica, мы указываемъ на то обстоятельство, что она можетъ быть замѣнена съ успѣхомъ видами Lilium, Alstroemeria и вообще представителями сем. Liliaceae и Amaryllidaceae. Во всякомъ случаѣ здѣсь весьма важно выбирать такія растенія, соцвѣтія которыхъ состоятъ изъ многочисленныхъ цвѣтковъ, распускающихся послѣдовательно одинъ за другимъ. Какія изъ молодыхъ почекъ заключаютъ желательныя для насъ стадіи развитія пыльцевыхъ клѣтокъ — это мы должны опредѣлить изслѣдованіемъ. Мы раскрываемъ очень молодую цвѣточную почку, отдѣляемъ помощью пинцета одинъ изъ пыльниковъ, переносимъ его въ каплю уксусной кислоты метильгрюна или уксусной кислоты генціанафіолета; затѣмъ покрываемъ покровнымъ стеклышкомъ и, надавливая на послѣднее какимъ либо плоскимъ предметомъ, заставляемъ гнѣздышки пыльника лоп-

нуть и выдѣлить свое содержимое; послѣднее татчасъ же фиксируется уксусной кислотой, окрашивается метильгрюномъ или генціанафіолетомъ, а вслѣдъ затѣмъ мы можемъ видѣть, имѣемъ ли мы дѣло съ покоющимися ядрами или со стадіями ихъ дѣленія. Если материнскія клѣтки пыльцы раздѣлены уже на четыре дочернія, или даже молодыя цвѣтневыя крупинки отдѣлились уже другъ отъ друга, то, въ такомъ случаѣ, мы должны обратиться къ болѣе молодымъ цвѣточнымъ почкамъ. Вопросъ о томъ, имѣемъ ли мы дѣло съ молодыми цвѣтневыми крупинками или съ материнскими клѣтками пыли, разрѣшается существованіемъ у послѣднихъ толстой безструктурной оболочки. Мы беремъ для наблюденія послѣдовательно все болѣе и болѣе молодыя цвѣточныя почки, пока наконецъ въ ядрахъ тонкостѣнныхъ и находящихся еще въ взаимной связи материнскихъ клѣтокъ мы не увидимъ клубка изъ тонкихъ нитей и плоскаго, прилегающаго къ ядерной стѣнкѣ ядрышка. На этой стадіи развитія клубокъ съеживается отъ дѣйствія реактивовъ, отстаетъ отъ остающейся безцвѣтной стѣнки ядра (фиг. 113, *a*), и тогда можно убѣдиться, что эта ядерная стѣнка представлаетъ собой кожистый слой окружающей клѣточной протоплазмы (цитоплазмы). Ядрышко мы называемъ въ данномъ случаѣ придаточнымъ ядрышкомъ (Paranucleolus) въ виду того, что оно занимаетъ периферическое положеніе и отличается и въ другихъ отношеніяхъ отъ обыкновеннаго ядрышка; оно составляетъ характерную особенность ядеръ всѣхъ материнскихъ клѣтокъ цвѣтени и споръ. Наблюдаемая здѣсь стадія клубка развилась изъ покоющагося клѣточнаго ядра, находимаго нами въ еще болѣе молодыхъ цвѣточныхъ почкахъ и состоящаго, какъ и другія ядра, изъ системы тонкихъ перекладинъ и нѣсколькихъ ядрышекъ. Получивъ такимъ образомъ подготовительную стадію дѣленія ядра, такъ сказать профазу дѣленія, съ клубкомъ нити и придаточнымъ ядрышкомъ, мы перейдемъ теперь послѣдовательно къ изученію болѣе старыхъ цвѣточныхъ почекъ. Для фиксированія станемъ опять таки употреблять ту же уксусную кислоту метильгрюнъ, муравьиную кислоту метильгрюнъ, или уксусную кислоту іодгрюнъ, муравьиную кислоту іодгрюдъ, также уксусную кислоту или муравьиную кислоту генціанафіолетъ, или наконецъ, также пикрино-нигрозинъ. Всѣ эти реактивы фиксируютъ непосредственно и каждый имѣетъ извѣстныя преимущества, такъ что можно съ пользою перепробовать всѣхъ ихъ. Препараты, окрашенные генціонафіолетомъ или пикрино-нигрозиномъ не обезцвѣчиваются въ глицеринѣ, и могутъ быть въ немъ сохраняемы. Слѣдующая характерная стадія (*b*) будетъ та, на которой въ увеличенной полости ядра мы находимъ сегменты ядерной нити, приблизительно въ числѣ двѣнадцати, лежащими у ядерной стѣнки; они распредѣлены довольно равномѣрно на этой стѣнкѣ. При обра-

боткѣ уксусной кислотой метильгрюномъ окрашиваются только эти сегменты, ядерная же полость остается безцвѣтною; послѣдняя, на молодыхъ стадіяхъ развитія, содержитъ только однородный ядерный сокъ; на болѣе позднихъ стадіяхъ она уже пронизана большимъ или меньшимъ числомъ безцвѣтныхъ нитей цитоплазмы. Придаточное ядрышко окрасилось слабо и прилегаетъ къ какому либо мѣсту ядерной стѣнки или къ какому либо сегменту. Эти сегменты произошли изъ ядерной нити, образовавшей прежде клубокъ; эта нить сдѣлалась значительно короче, въ то же время толще, расширилась лентообразно и, въ концѣ концовъ, распалась на названные сегменты. Въ очень благопріятномъ случаѣ мы будемъ въ состояніи констатировать, что каждый изъ такихъ сегментовъ разщепился по длинѣ на два одинаковой толщины дочерніе сегмента (*b*); послѣдніе частью расходятся и образуютъ фигуры въ видѣ Y и X. Ближайшая характерная стадія представляетъ намъ «ядерное веретено» (*c*); мы видимъ въ немъ экваторіально расположенные, сильно окрашенные сегменты, образующіе «ядерную пластинку» и тонкія, не окрашенныя «волокна веретена», сходящіяся къ обоимъ полюсамъ веретена; къ этимъ волокнамъ веретена прилегаютъ сегменты ядерной пластинки. Сегменты ядерной пластинки имѣютъ форму горизонтально располеженнаго Y, ножки котораго обращены къ полюсамъ, по направленію волоконъ. Разсматриваемая съ полюса, ядерная пластинка имѣетъ видъ, изображенный на фиг. 113, *d*. Сегменты, расположенные правильно въ ядерной пластинкѣ, встрѣчаются у этого растенія большею частію въ числѣ двѣнадцати. Они соотвѣтствуютъ изученнымъ нами раньше парамъ сегментовъ, разщепляющимся по длинѣ и прилегающимъ къ ядерной стѣнкѣ. Ядерная стѣнка растворилась, окружающая цитоплазма проникла въ ядерную полость, причемъ часть ея пошла на образованіе волоконъ веретена. Слѣдуя этимъ волокнамъ, пары дочернихъ сегментовъ расположились въ ядерную пластинку. Такимъ образомъ каждый сегментъ ядерной пластинки представляетъ собою пару дочернихъ сегментовъ. Ножка фигуры Y состоитъ изъ двухъ участковъ, которые оставались во взаимномъ соприкосновеніи и которые обыкновенно сливаются подъ вліяніемъ реактивовъ; ножки Y состоятъ изъ отдѣлившихся другъ отъ друга участковъ дочернихъ сегментовъ. Этимъ заканчиваются подготовительныя фазы дѣленія ядра, его профазы. — Теперь начинаются фазы раздѣленія и распредѣленія дочернихъ сегментовъ, метафазы дѣленія ядра. Въ этомъ процессѣ сегменты-сестры каждой пары отдѣляются другъ отъ друга, одновременно поворачиваются по направленію къ полюсамъ такимъ образомъ, что мѣстами загибовъ они обращены теперь къ полюсамъ (*e*). Эти стадіи рѣдко удается видѣть на препаратѣ, онѣ совершаются быстро; за то

хорошо видны дальнѣйшія фазы расхожденія сегментовъ-сестеръ, принадлежащія уже къ анафазамъ дѣленія ядра. Такую стадію мы видимъ на фиг. 113, *f*. Дочерніе сегменты слѣдуютъ по волокнамъ веретена и, сближаясь между собою, достигаютъ поляр-



Фиг. 113. Fritillaria persica, дѣленіе материнскихъ клѣтокъ цвѣтени. *a* — стадія клубка; *b* — сегменты разщепляются по длинѣ; *c* — ядерное веретено въ профиль; *d*—видимое съ полюса; *e*—дѣленіе ядерной пластинки; *f*—расхожденіе дочернихъ сегментовъ; *g*—образованіе дочернихъ клубковъ и клѣточной пластинки; *h*—расположеніе ядерной нити въ дочернихъ ядрахъ; *i*—продольное растяженіе и образованіе пятенъ; *k*—ядерное веретено, справа — въ профиль, слѣва — видимое съ полюса; *l*—отдѣленіе дочернихъ сегментовъ, справа въ профиль, слѣва съ полюса; *m*—внучатные клубки, образованіе клѣточной пластинки. Увел. 800.

ныхъ концовъ этихъ волоконъ. Здѣсь они сливаются своими концами и образуютъ дочерній клубокъ (*g*). Всѣ стадіи отъ начала расхожденія сегмента до только что описаннаго состоянія мы находимъ часто въ одномъ и томъ же гнѣздышкѣ пыльника. Въ то время когда дочерніе сегменты передвигаются къ полюсамъ, волокна веретена остаются между ними въ видѣ соединительныхъ нитей (*f*, *g*). Число такихъ соединительныхъ нитей увеличивается, благодаря образованію новыхъ, и онѣ образуютъ въ концѣ концовъ боченкообразное тѣло.—Вскорѣ соединительныя нити замѣтны явственно только въ ихъ экваторіальныхъ участкахъ и въ самой экваторіальной полости появляется рядъ зернышекъ, въ видѣ утолщеній этихъ нитей, образуя «клѣточную пластинку» (*g*); послѣдняя въ концѣ концовъ распространяется на весь діаметръ клѣтки, элементы ея сливаются и образуютъ перегородку, раздѣляющую материнскую клѣтку на двѣ дочернія. Въ дочернихъ ядрахъ образуется нитчатый клубокъ, извилины котораго остаются параллельно первоначальному положенію дочернихъ сегментовъ.

Дальнѣйшіе препараты показываютъ намъ, что ядерная нить въ ядрахъ дочернихъ клѣтокъ становится снова толще (*h*); извилины ея, въ противоположность съ процессами, совершавшамися въ первичномъ ядрѣ, растягиваются, постепенно принимаютъ положеніе перпендикулярное ихъ первоначальному направленію и образуютъ петли въ экваторѣ (*i*). Мѣста загибовъ на полюсахъ и въ экваторѣ разрываются, сегменты укорачиваются и снова передвигаются къ экватору. Такимъ образомъ происходитъ ядерная пластинка, по обѣимъ сторонамъ которой съ трудомъ можно различать волокна веретена (*k* справа); сегменты ядерной пластинки распологаются въ видѣ вѣнка (*k* слѣва). Дѣленіе обоихъ ядеръ происходитъ или въ одной и той же плоскости или въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ плоскостяхъ, что и представлено на фигурѣ *k*. — Сегменты ядерной пластинки разщепляются по длинѣ, чего впрочемъ нельзя видѣть на препаратахъ, фиксированныхъ такимъ образомъ; затѣмъ дочерніе сегменты отодвигаются другъ отъ друга и ихъ незначительная толщина доказываетъ на происшедшее разщепленіе (*l*). — Дальнѣйшіе процессы соотвѣтствуютъ процессамъ въ материнской клѣткѣ; обѣ клѣтки распадаются подобнымъ же способомъ на 4 внучатныя клѣтки, которыя или лежатъ въ одной и той же (*m*) плоскости, или перекрещиваются подъ прямымъ угломъ, смотря потому, въ какомъ направленіи раздѣлились ядра. — Четыре внучантыя клѣтки получаютъ собственныя оболочки и, вслѣдствіе растворенія оболочки материнской клѣтки, становятся свободными.

Для подробнаго изученія происходящихъ здѣсь процессовъ дѣленія клѣтокъ и ядеръ препараты, фиксированные вышеука-

заннымъ способомъ недостаточны. — Для этого мы должны заготовить соотвѣтственный матеріалъ, помѣщая соцвѣтія въ абсолютный алкоголь. Препараты, фиксированные хромовой кислотой, пикриновой кислотой или смѣсями хромовой кислоты уступаютъ вообще спиртовому матеріалу. Изъ объектовъ, пролежавшихъ по меньшей мѣрѣ три дня въ абсолютномъ алкоголѣ, мы сдѣлаемъ быстро продольный разрѣзъ пыльника и помѣстимъ его въ растворъ шафранина въ абсолютномъ алкоголѣ [2]), разбавленный на половину дестиллированной водою. Затѣмъ въ каплѣ этого раствора на предметномъ стеклѣ мы разсматриваемъ наши разрѣзы, для того, чтобы узнать, какія стадіи дѣленія они заключаютъ. Мы оставляемъ разрѣзы въ растворѣ шафранина втеченіи 12—24 ч., переносимъ ихъ затѣмъ въ абсолютный алкоголь и передвигаемъ ихъ тамъ съ мѣста на мѣсто до тѣхъ поръ, пока выдѣляется красящее вещество.—Далѣе мы помѣщаемъ наши разрѣзы въ гвоздичное масло (или еще лучше въ масло душицы Ol. Origani) и послѣ того какъ они вполнѣ пропитались масломъ — переносимъ ихъ въ холодный растворъ даммаровой смолы (даммарова смола растворяется въ горячемъ терпентинѣ и выпаривается до густоты сиропа) или въ канадскій бальзамъ, растворенный въ хлороформѣ; въ этихъ растворахъ разрѣзы сохраняются безъ измѣненія. При правильной обработкѣ окрашеннымъ является лишь вещество ядра; волокна веретена на такихъ препаратахъ слабо замѣтны. — Канадскій бальзамъ просвѣтляетъ препараты въ еще болѣе значительной степени, чѣмъ растворъ даммаровой смолы. — Генціанафіолетъ при подобной же обработкѣ окрашиваетъ ядро почти что лучше чѣмъ шафранинъ [3]). Для того чтобы сдѣлать болѣе явственными волокна веретена мы помѣстимъ нѣсколько разрѣзовъ изъ алкогольнаго матеріала въ разведенный растворъ гематоксилина. (На часовое стекло, наполненное дестиллированной водой — нѣсколько капель стараго Гренахеровскаго или Бёемеровскаго раствора гематоксилина). — При этомъ не слѣдуетъ переносить разрѣзы прямо изъ алкоголя въ растворъ гематоксилина, а предварительно погружать ихъ въ дестиллированную воду во избѣжаніе образованія на нихъ осадка. — Разрѣзы остаются въ растворѣ гематоксилина нѣсколько часовъ, при чемъ степень окрашиванія можно контролировать при помощи микроскопа. Когда получится желаемое окрашиваніе, препараты заключаютъ въ глицеринъ. Въ случаѣ, если препараты окрасились слишкомъ сильно, излишекъ красящаго вещества извлекаютъ или водою, въ которой разрѣзы должны оставаться въ теченіи долгаго времени, или растворомъ желѣзныхъ квасцовъ.—Перекрашенные препараты можно обработать также 70% алкоголемъ, содержащимъ $^1/_4$% соляной кислоты и затѣмъ промыть или 70% алкоголемъ, или водою, содержащею слѣды амміака; послѣдняя обработка тре-

буетъ впрочемъ особенной осторожности. Еще лучшіе гематоксилиновые препараты, не уступающіе шафраниновымъ, можно получить помѣщая разрѣзы, окрашенные въ водномъ растворѣ гематоксилина, въ абсолютчый алкоголь, изъ алкоголя въ гвоздичное или левандовое масло, а изъ масла въ растворъ даммаровой смолы или канадскаго бальзама; разрѣзы должны оставаться короткое время какъ въ алкоголѣ, такъ и въ маслѣ.

Подробности строенія цитоплазмы чрезвычайно рѣзко выступаютъ въ густомъ, фильтрованномъ растворѣ прозрачнаго шеллака въ абсолютномъ алкоголѣ; препараты послѣ ихъ окрашиванія переносятся изъ алкоголя прямо въ этотъ растворъ и сохраняются въ немъ долгое время безъ измѣненія.

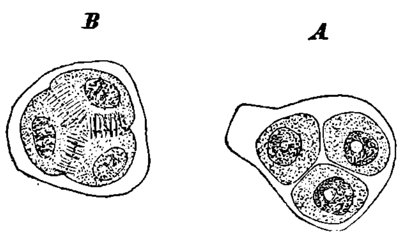
Можно быстро получить поучительные препараты, окрашивая спиртовый матеріалъ діамантъ-фуксинъ-іодгрюномъ [4]). Лучше всего приготовить отдѣльно растворы діамантъ-фуксина и іодгрюна въ 50% алкоголѣ, налить раствора іодгрюна въ чашку и прибавлять до тѣхъ поръ раствора діамантъ-фуксина, пока жидкость не приметъ явственной фіолетовой окраски. Разрѣзы пыльниковъ, которые желательно окрасить, помѣщаются въ каплю этой жидкости на предметное стекло; по прошествіи приблизительно одной минуты удаляютъ каплю, наклоняя стеклышко и прикасаясь кусочками пропускной бумаги; вслѣдъ за тѣмъ прибавляютъ каплю глицерина, распредѣляютъ въ ней разрѣзы и прикрываютъ покровной пластинкой. На такихъ разрѣзахъ цитоплазма окрашена въ красный цвѣтъ, вещество ядра — въ синій, придаточныя ядрышки (paranucleolus) въ красный; разрѣзы эти чрезвычайно изящны и поучительны, хотя по рѣзкости и отчетливости уступаютъ шафраниновымъ и хорошимъ гематоксилиновымъ препаратамъ; ихъ можно замазывать (заклеивать) канадскимъ бальзамомъ и иногда, кромѣ того, еще бумажнымъ лакомъ или Gold Size. Канадскій бальзамъ, какъ было уже упомянуто, растворимъ въ маслахъ, употребляемыхъ для гомогенныхъ иммерсій, а потому и необходима двойная замазка, отличающаяся кромѣ того своей прочностію. — Въ виду того, что употребляемый для замазки канадскій бальзамъ всегда проникаетъ въ небольшомъ количествѣ подъ покровное стеклышко, препаратъ въ этомъ случаѣ не нуждается въ особой защитѣ отъ давленія послѣдняго. Напротивъ того, если для замазки употребляется одинъ только бумажный лакъ или Gold-Size, то весьма полезно намазать предварительно на предметное стекло двѣ полоски лака на такомъ разстояніи другъ отъ друга, чтобы покровная пластинка краями своими лежала на этихъ полоскахъ. Покровная пластинка кладется лишь тогда, когда полоски лака на половину затвердѣли; затѣмъ края пластинки многократно замазываются лакомъ, при чемъ всякій

разъ выжидаютъ, чтобы лакъ, нанесенный раньше—затвердѣлъ и употребляютъ все болѣе и болѣе жидкій лакъ; для этого бумажный лакъ разбавляютъ алкоголемъ, Gold-Size — льнянымъ масломъ. Замазка хороша—если при разсматриваніи препарата на свѣтъ не замѣчается свѣтлой линіи на краяхъ покровной пластинки. — Для защиты объекта можно посредствомъ фитиля зажженной и затѣмъ потушенной восковой свѣчечки сдѣлать на предметномъ стеклѣ четыре восковыя ножки, на которыхъ будетъ лежать покровная пластинка; эти же восковыя свѣчки можно употреблять для того, чтобы временно замазывать края покровной пластинки, укрѣпленной на восковыхъ ножкахъ. Наконецъ, можно защитить объектъ отъ давленія покровной пластинки еще болѣе простымъ способомъ, помѣщая въ препаратъ рядомъ съ объектомъ достаточно толстый волосъ или пластинку слюды.

На продольныхъ разрѣзахъ черезъ пыльники мы находимъ материнскія клѣтки на различныхъ стадіяхъ развитія; при этомъ послѣдовательныя стадіи располагаются другъ за другомъ въ томъ или иномъ направленіи, что для наблюдателя чрезвычайно важно.

Для изученія процессовъ, совершающихся въ материнскихъ клѣткахъ цвѣтени двудольныхъ, мы возьмемъ лучше всего какого либо представителя сем. Ranunculaceae или Papaveraceae; во всякомъ случаѣ однако объектъ для изслѣдованія будетъ не вполнѣ благопріятный. Въ нижеслѣдующемъ изложеніи мы будемъ имѣть въ виду Helleborus foetidus; всѣ другія двудольныя сходны съ нимъ по существу. Въ цвѣточной почкѣ, длина которой вмѣстѣ съ ножкою равна 8—10 *mm.*, мы найдемъ всѣ стадіи дѣленія въ многочисленныхъ послѣдовательно расположенныхъ пыльникахъ. И здѣсь мы раздавимъ пыльникъ въ одной изъ указанныхъ при разсмотрѣніи Fritillaria жидкостей и получимъ подобныя же картины, только въ меньшемъ видѣ. Послѣ перваго дѣленія первичнаго ядра въ соединительныхъ нитяхъ залагается клѣточная пластинка; она однако вновь растворяется и дочернія ядра приготовляются къ вторичному дѣленію; второе дѣленіе, въ отличіе отъ Fritillaria, вполнѣ сходно съ первымъ. — Пары ядеръ соединены соединительными нитями. Эти четыре ядра располагаются въ шарообразной материнской клѣткѣ по угламъ тетраэдра (фиг. 114, *A*), вслѣдъ за тѣмъ соединительныя нити образуются въ цитоплазмѣ свободно по всѣмъ направленіямъ. — Такимъ образомъ къ двумъ пучкамъ соединительныхъ нитей, существовавшихъ раньше, прибавляется еще четыре новыхъ пучка; въ этихъ шести пучкахъ образуются клѣточныя пластинки (*A*). Послѣднія видны явственно, напротивъ соединительныя нити можно наблюдать только въ самыхъ благопріятныхъ случаяхъ. — Шесть клѣточ-

ныхъ пластинокъ имѣютъ форму круговыхъ квадрантовъ и внутри материнской клѣтки взаимно пересѣкаются. На внутренней поверхности толстой оболочки материнской клѣтки образуется шесть вдающихся внутрь полосокъ (*A*), къ которымъ примыкаютъ клѣточныя пластинки наружными своими краями. Изъ клѣточныхъ пластинокъ вскорѣ образуются клѣточныя перегородки и, такимъ образомъ, материнская клѣтка распадается на четыре тетраэдрически расположенныя дочернія клѣтки (*B*). Эти четыре клѣтки тотчасъ получаютъ собственныя оболочки и послѣ растворенія оболочки материнской клѣтки, — становятся свободными.



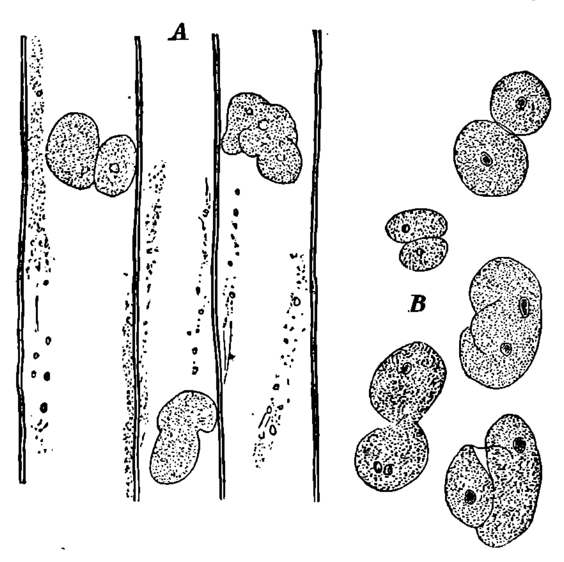
Фиг. 114. Helleborus foetidus. Материнскія клѣтки цвѣтени. *A* — дѣленіе на четыре. *B* — послѣ окончанія процесса дѣленія. Увел. 540.

Cladophora glomerata представляетъ именно то растеніе, у котораго раньше всѣхъ другихъ было наблюдаемо дѣленіе клѣтокъ [5]). Мы познакомились уже раньше съ его строеніемъ и знаемъ, что клѣтки его многоядерны. — Дѣленіе клѣтокъ не сопровождается дѣленіемъ ядеръ. Каждая дочерняя клѣтка получаетъ нѣкоторое число ядеръ, которыя размножаются дальше, а слѣдовательно дѣленіе клѣтокъ и дѣленіе ядеръ являются здѣсь совершенно независимыми другъ отъ друга. – Дѣленія клѣтокъ можно встрѣтить здѣсь въ самые различные часы дня, но иногда напрасно искать ихъ; разъ найдено одно дѣленіе, то можно ожидать и другихъ, такъ какъ многія клѣтки нашей Cladophora, находящейся въ культурѣ, дѣлятся большею частью одновременно. Узнать стадіи дѣленія легко потому, что мѣсто образованія новой перегородки обозначается въ видѣ свѣтлаго кольца. Процессъ [6]) начинается слабымъ кольцеобразнымъ скопленіемъ цитоплазмы по срединѣ клѣтки; соотвѣтственно этому слой хлорофилла отстаетъ отъ стѣнки. — Зачатокъ перегородки выступаетъ теперь въ видѣ рѣзкой линіи; перегородка вдается въ полость клѣтки въ видѣ полоски и отодвигаетъ все глубже и глубже хлорофиллоносный слой. Кольцеобразное скопленіе цитоплазмы, слабѣе очерченное, остается на внутреннемъ краѣ образующейся перегородки. По обѣимъ сторонамъ новой перегородки, между сдавленнымъ слоемъ хлорофилла и нѣжнымъ кожистымъ слоемъ скопляется клѣточный сокъ и обусловливаетъ собою свѣтлое кольцо, замѣченное на дѣлящейся клѣткѣ. Содержащее хлорофиллъ клѣточное содержимое въ концѣ концовъ разъединяется, а новая перегородка, имѣющая вначалѣ видъ діафрагмы, превращается въ сплошную стѣнку. Вначалѣ разъединенное клѣточное содержимое лежитъ

на нѣкоторомъ разстояніи отъ новой перегородки; впослѣдствіи оно приближается къ ней. — Новая перегородка вначалѣ чрезвычайно тонка и утолщается лишь постепенно. Клѣточныя ядра имѣютъ слишкомъ незначительную величину для того, чтобы возможно было изучить ближе процессъ ихъ дѣленія. Стадіи дѣленія этихъ ядеръ легко фиксируются 1% хромовой кислотой, но встрѣчаются рѣдко.

Процессы дѣленія клѣточныхъ ядеръ, сопровождаемые внутренней нитчатой дифференцировкой, соединяются подъ общимъ именемъ не прямыхъ (не непосредственныхъ) и противопоставляются прямымъ (непосредственнымъ), состоящимъ въ прямомъ распаденіи ядра на два дочернія. — Такія прямыя дѣленія ядеръ встрѣчаются часто въ старыхъ клѣткахъ высшихъ растеній, а также въ видѣ исключенія въ жизнедѣятельныхъ клѣткахъ междоузлій у Characeae [7]).

Для изученія прямаго дѣленія ядеръ въ старыхъ клѣткахъ — особенно удобны междоузлія Tradescantia virginica. Продольный разрѣзъ, наблюдаемый въ водѣ, представляетъ по большей части значительное число такихъ дѣлей (фиг. 115, *A*).



Фиг. 115. Tradescantia virginica. Клѣточныя ядра старыхъ междоузлій въ прямомъ дѣленіи. *A*—въ живомъ состояніи. *B*—послѣ обработки метильгрюнъ уксусной кислотой. Увел. 540.

Клѣточныя ядра обнаруживаютъ свое первоначальное содержимое, но представляются въ то же время перетянутыми на нѣсколько болѣе или менѣе неправильныхъ, различной формы и

величины участковъ. Если вырѣзъ односторонній — то ядра получаютъ почковидную форму, если же перетяжка образуется со всѣхъ сторонъ, то ядра становятся бисквитовидными или даже неправильно лопастными. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ участки эти совершенно отдѣляются и прилегаютъ другъ къ другу или лежатъ на большемъ или меньшемъ разстояніи другъ отъ друга. Число такихъ отдѣлившихся ядеръ можетъ въ одной клѣткѣ возрости до 8—10. Отдѣлившіеся участки могутъ въ свою очередь размножаться перетягиваніемъ. Дѣленіе ядра можно найдти почти во всѣхъ элементахъ разрѣза, въ особенности легко въ клѣткахъ сердцевинной паренхимы.—Тонкостѣнные элементы сосудистыхъ пучковъ, заключающіе также лопастныя ядра — обнаруживаютъ, кромѣ того, прекрасное движеніе протоплазмы. — Эти клѣточныя ядра быстро фиксируются метильгрюнъ уксусной кислотой (фиг. 115, *B*) и выступаютъ тогда весьма рѣзко.

Въ заключеніе, вооружившись самыми сильными объективами, разсмотримъ еще одинъ вопросъ, разъясненіе котораго имѣетъ первостепенную важность въ дѣлѣ пониманія растительнаго тѣла. Рѣчь идетъ о взаимномъ соединеніи между протоплазматическимъ содержимымъ всѣхъ клѣтокъ растенія такимъ образомъ, что всѣ эти протоплазматическія тѣла одно общее связное цѣлое [8]). — Наилучшіе объекты для изслѣдованія этого вопроса даетъ вторичная кора двудольныхъ растеній и изъ числа послѣднихъ мы выбираемъ Rhamnus Frangula. Съ поверхности куска ствола, толщиною по меньшей мѣрѣ въ 1 *ctm.*, мы удаляемъ помощью бритвы перидерму и затѣмъ дѣлаемъ тонкіе тангентальные разрѣзы черезъ зеленую кору. Этими разрѣзами мы воспользуемся для того, чтобы оріентироваться относительно строенія вторичной коры и съ этой цѣлью будемъ наблюдать ихъ въ водѣ. — Мы обратимъ наше вниманіе исключительно на хлорофиллоносную лубовую паренхиму, состоящую изъ четыреугольныхъ, вытянутыхъ преимущественно въ тонгентальномъ направленіи клѣтокъ. Эти клѣтки имѣютъ болѣе или менѣе сильно утолщенныя стѣнки, которыя пронизываются широкими и узкими порами; нѣкоторыя поры такъ узки, что съ трудомъ можно различать ихъ [9]). Всѣ эти поры не окаймлены. Кромѣ клѣтокъ лубовой паренхимы, мы замѣчаемъ прежде всего длинныя лубовыя волокна и разрѣзы сердцевинныхъ лучей веретенообразной формы. — Затѣмъ мы приготовляемъ новые тангентальные продольные разрѣзы, помѣщаемъ ихъ на покровную пластину и прибавляемъ каплю концентрированной сѣрной кислоты. По прошествіи нѣсколькихъ секундъ погружаемъ покровную пластинку въ сосудъ съ водою и обмываемъ разрѣзы по возможности быстро и основательно. Далѣе мы окрашиваемъ ихъ воднымъ растворомъ анилиновой

сини снова обмываемъ водою и помѣщаемъ въ разведенный глицеринъ. — Вмѣсто воднаго раствора анилиновой сини, можно употреблять съ удобствомъ пикриновую анилиновую синь; послѣднюю приготовляютъ, растворяя въ 5% алкоголѣ пикриновую кислоту до насыщенія и прибавляя анилиновую синь пока растворъ не получаетъ синевато-зеленой окраски. — Изслѣдованіе должно производить съ самыми сильными увеличеніями, если возможно съ объективами для гомогенной иммерсіи. — Дѣйствіе сѣрной кислоты было надлежащее въ томъ случаѣ, если стѣнки клѣтокъ лубовой паренхимы разбухли такъ сильно, что толщина ихъ равна толщинѣ съежившагося протоплазматическаго тѣла. — Срединныя пластинки стѣнокъ также разбухли и это обстоятельство дѣлаетъ объектъ нашъ особенно удобнымъ для изслѣдованія. — Съежившіяся протоплазматическія тѣла приняли отъ анилиновой сини красивую окраску. — Очертанія отдѣльныхъ протоплазматическихъ тѣлъ въ клѣткахъ коровой паренхимы — представляются гладкими на тѣхъ поверхностяхъ, которыя обращены къ клѣточной стѣнкѣ, снабженной мелкими порами; напротивъ, на поверхностяхъ, обращенныхъ къ стѣнкамъ съ болѣе широкими порами, протоплазматическія тѣла снабжены болѣе или менѣе толстыми отростками. Такіе отростки въ двухъ сосѣднихъ клѣткахъ соотвѣтствуютъ другъ другу. — Разсмотримъ внимательно разбухшую замыкающую перепонку, раздѣляющую два особенно широкіе и направленные другъ къ другу отростка протоплазматическаго тѣла. Мы найдемъ между этими отростками цѣлый рядъ чрезвычайно нѣжныхъ нитей, кажущихся зернистыми; это — нити протоплазмы, при помощи которыхъ протоплазматическія тѣла сосѣднихъ клѣтокъ соединяются между собою и въ живомъ растеніи. Наружныя нити такого комплекса имѣютъ форму дугъ и потому сильно напоминаютъ соединительныя нити между двумя вновь образовавшимися ядрами. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ обращенныя другъ къ другу поверхности двухъ клѣтокъ кажутся гладкими, мы находимъ большею частью срединные слои клѣточной стѣнки пронизанными на всемъ ихъ протяженіи нитями, которыя при сильномъ разбуханіи стѣнки отдѣляются отъ протоплазматическихъ тѣлъ, при слабомъ же остаются въ соединеніи съ послѣдними. Эти нити по рединѣ нѣсколько вздуты и потому имѣютъ веретенообразную форму. — Въ особенно благопріятныхъ случаяхъ веретена разъединены по срединѣ и обѣ половинки соединяются чрезвычайно нѣжными, зернистыми нитями. Впрочемъ стоитъ большого труда отыскать подобную картину. — Вообще далеко не всѣ протоплазматическія тѣла обнаруживаютъ свое взаимное соединеніе, быть можетъ только тѣ изъ нихъ, которыя при приготовленіи разрѣза не пострадали ни малѣйшимъ образомъ и которыя быстро были фиксированы сѣрной кислотой. Поврежденныя, или не достаточ-

но быстро фиксированныя клѣтки втянули свои отростки. — Тѣ стѣнки, которыя пронизаны тонкими нитями на всемъ ихъ протяженіи, возбуждаютъ предположеніе, что пронизывающія ихъ нити здѣсь тѣ же самыя, внутри которыхъ при дѣленіи клѣтки залагается новая перегородка, иными словами, что нити эти суть соединительныя нити, сохранившіяся для того, чтобы соединять протоплазматическія тѣла, раздѣленныя перегородкой [10]). При развитіи болѣе широкихъ поровыхъ поверхностей, соединеніе между протоплазматическими тѣлами остается только въ этихъ широкихъ порахъ, но что вообще непосредственное соединеніе между протоплазматическими отростками сосѣднихъ клѣтокъ существуетъ — это, кажется, — не подлежитъ сомнѣнію.

Примѣчанія къ XXXII-му упражненію.

[1]) Сравни къ этому отдѣлу: Strasburger, Zellb. u Zellth., III. Aufl.; Flemming, Zellsubst., Kern u. Zellth.; Strasburger, die Controversen der Kerntheilung. Въ этихъ сочиненіяхъ и остальная литература.

[2]) Flemming, Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIV, pag. 317.

[3]) Flemming, Zellsubstanz, Kern etc. pag. 384.

[4]) Для двойныхъ окрашиваній тканей, эти красящія вещества предложены впервые Макфарланомъ. Transact. Botan. Soc. Edinb. Bd. XIV, pag 190.

[5]) v. Mohl въ 1835 г. Dissert., отпечатана въ Flora 1837.

[6]) Strasburger, Zellb. u. Zellth., III. Aufl., pag. 203.

[7]) Johow, Bot. Ztg. 1881, Sp. 728. Strasburger, Ueber den Theilungsvorg. d. Zellk. pag. 98, также Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI, тамъ и литература.

[8]) Сравни для общей оріентировки Strasburger, Bau und Wachsthum der Zellhäute, pag. 246, 1882. Болѣе спеціальная литература: Thuret et Bornet, Etudes phycol. pag. 100. Fromman, Stzber. d. Jen. Gesell. f. Med. u. Naturw. 1879, pag. 55 und Beob. über Protopl. d. Pflanzenzellen; Tangl, Jahrb. f. wiss Bot. Bd. XII, pag. 170; Russow, Stzber. d. Dorpater naturf. Gesell. 1882, pag. 350; Strasburger, Stzber. d. Niederrh. Gesell. in Bonn, 4. Dec. 1882; Gardiner, Quart. Journ. Microsc. Sc. 1882, pag. 365; Hillhouse, Bot. Centralbl. Bd. XIV, pag. 89; Gardiner, Quart. Journ, Microsc. Sc. 1883, pag. 301 u. Proceed. Royal. Soc. 1883, pag. 163; Schmitz, Stzber. d. kgl. Ak. d. Wiss. in Berlin 1883, pag. 219; Russow, Stzber. d. Dorpater naturf. Gesell. Sept. 1883; Gardiner, Phil. Transact. of the Roy. Soc. Part. III. 1883, pag. 817.

[9]) Этотъ объектъ рекомендованъ Руссовымъ, употребляемый здѣсь методъ изслѣдованія принадлежитъ Гардинеру, послѣд. соч. p. 821 ff.

[10]) Ср. Strasburger, Ueber den Bau и Wachsth. der Zellh. pag. 248 и Руссовъ въ выше цитированной статьѣ.

Указатель I.

Списокъ изслѣдованныхъ растеній.

Относительно растеній, употребляемыхъ не въ свѣжемъ состояніи, вездѣ сдѣланы указанія; названа также часть растенія и фаза развитія, пригодныя для изслѣдованія.

Указатель II.

Всѣ специальные реактивы или красящія вещества, если нѣтъ другихъ указаній, могутъ быть пріобрѣтаемы: у Dr. Georg'a Grübler'a въ Лейпцигѣ, Dufourstrasse, № 17, у Dr. Theodor'a Schuchardt'a, химическая фабрика въ Гёрлитцѣ, у Dr. Carl Roth въ Берлинѣ .N. Strassburger Strasse 18; или у Heinr. Sohncke, торговля химическими товарами въ Halle a S., grosse Steinstrasse Nr. 2, указанные R. Koch'омъ красящія вещества и у König'a, служителя въ физіологическомъ институтѣ въ Берлинѣ, Dorotheenstrasse Nr. 35.—Для нѣкотораго числа специально гистологическихъ реактивовъ указано здѣсь ихъ приготовленіе.

Агаръ-агаръ, изъ Gracilaria lichenoides, на востокѣ употребляютъ для приготовленія супа; также изъ Gigartina speciosa. Употребляютъ вмѣсто желатины. Выдерживаетъ болѣе высокую температуру, чѣмъ желатина, не разжижаясь.

Азотная кислота.

— — въ алкоголѣ, 3: 100.

Алкоголь абсол. Въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ требуется алкоголь съ опредѣленнымъ содержаніемъ воды, лучше всего разбавлять абсолютный алкоголь, такъ какъ спиртъ рѣдко бываетъ совершенно безъ кислоты.

— 50%.

— 70%.

Амміакъ (аммоніакъ).

Амміачная окись мѣди. Сѣрнистокислую окись мѣди осторожно осаждаютъ разбавленнымъ амміачнымъ растворомъ, свѣтло-зеленый осадокъ фильтруютъ и промываютъ и, еще влажный, обливаютъ концентрированною амміачною жидкостію, при чемъ раньше полученный осадокъ растворяется, съ выдѣленіемъ теплоты. Послѣ охлажденія на днѣ осѣдаютъ кристаллы амміачной сѣрнистокислой окиси мѣди; отфильтровываемая жидкость содержитъ только амміачную окись мѣди. Сохранять должно въ черныхъ склянкахъ или въ темнотѣ. Schweitzer. Viertcljahrsschr d. naturf. Gesell. in Zürich. Bd. II. 1857.

Анилинбляу.

Анилингрюнъ.
Анилиновое масло.
Анилинъ, сѣрнокислый.

Бисмаркбраунъ.

Везувинъ.
Воскъ.

Гвоздичное масло.
Гематоксилиновая тинктура.
— — Бёмера. 0,35 *g*. гематоксилина растворяютъ въ 10 *g*. абс. алкоголя и прибавляютъ этотъ растворъ по каплямъ къ раствору 0,1 *g*. квасцовъ 30 *g*. дестиллированной воды, пока не получится прекрасный сине-фіолетовый цвѣтъ.
— — Гренахера. 1) Насыщенный растворъ кристаллическаго гематоксилина въ абс. алкоголѣ. 2) Водный насыщенный растворъ кристаллическихъ амміачныхъ квасцовъ. Смѣшиваютъ 4 *ccm*. перваго раствора съ 150 *ccm*. втораго. Оставляютъ стоять въ теченіи недѣли на свѣтѣ, фильтруютъ и разбавляютъ 22 *ccm*. глицерина и 22 *ccm*. метиловаго алкоголя. До употребленія лучше всего дать долго стоять, чтобы выдѣлились всѣ осадки.
Генціанавіолетъ.
— въ анилиновой водѣ. Приготовленіе см. стр. 216,
— въ муравьиной кислотѣ. Въ 1-2% муравьиной кислотѣ растворяютъ столько генціанавіолета, чтобы растворъ имѣлъ темно-фіолетовый цвѣтъ.
— уксусной кислотѣ. Въ 1—2% уксусной кислотѣ растворяютъ столько генціана-віолета, чтобы жидкость имѣла темно-фіолетовый цвѣтъ.
Глицериновая желатина по Кайзеру. Одну часть по вѣсу самой чистой французской желатины намачиваютъ въ шести частяхъ по вѣсу дестиллированной воды въ продолженіи около 2 часовъ, прибавляютъ затѣмъ 7 вѣсовыхъ частей химически чистаго глицерина и на каждые 100 *g*. смѣси прибавляютъ 1 *g*. концентрированной карболовой кислоты. Затѣмъ, помѣшивая, нагрѣваютъ 10—15 минутъ, пока не исчезнутъ всѣ хлопья, которыя образовались послѣ прибавленія карболовой кислоты. Наконецъ фильтруютъ еще теплую смѣсь чрезъ тончайшую, промытую въ дестиллированной водѣ стеклянную вату, которую кладутъ въ воронку мокрою. Bot. Centralbl. Bd. I, pag. 25. Можетъ быть пріобрѣтаема у E. Kaiser'а въ Берлинѣ.
— камедь: 10 *g*. аравійской камеди, 10 *g*. воды, отъ 40 до 50 капель глицерина. (Dippel, II. Aufl., Bd. I, p. 773).
Глицеринъ, концентр. и разбавленный (2 части глицерина, 1 ч. воды).
Гольд-Сизъ (Gold-Size) (пріобрѣтается у C. M. Topping, London, 4, New Winchester Street, Pentonville Hill).

Даммара, растворяется въ тепломъ терпентинѣ и выпаривается до густоты сиропа.
Дифениламинъ.
Діамантъ-фуксинъ-іодгрюнъ. Приготовленіе на стр. 239.

Желатина.
Жидкости для заключенія препаратовъ.
— Гойера, для анилиновыхъ препаратовъ. Высокая, широкогорлая склянка наполняется до $^2/_3$ отобранными, бѣлыми кусочками аравійской камеди. Сосудъ наполняютъ затѣмъ до самаго горла аптечнымъ растворомъ уксуснокислаго кали или амміака. Камедь, при частомъ взбалтываніи, распускается въ нѣсколько дней въ соотвѣтственномъ растворѣ и образуетъ сиропообразную жидкость, которую фильтруютъ чрезъ шерстяную бумагу, для чего требуется около 24 часовъ. Biol. Centrbl. Bd. II, pag. 23.
— для карминовыхъ и гематоксилиновыхъ препаратовъ. Приготовленіе, какъ и въ предъидущемъ случаѣ. Вмѣсто уксуснокислаго кали или амміака наливаютъ растворъ нѣсколькихъ процентовъ хлоралгидрата, къ которому прибавлено 5—10% глицерина. По прошествіи болѣе продолжительнаго времени эта жидкость можетъ помутнѣть и въ такомъ случаѣ должна быть профильтрована. Тамъ же.
— мѣсто пріобрѣтенія см. стр. 90.

Известь сѣрнокислая.
— фосфорнокислая.

Іодъ въ алкоголѣ.
— въ водѣ.

Общій указатель III.*)

*) Послѣ латинскаго алфавита названій растеній, слѣдуетъ русскій алфавитъ названій реактивовъ, приборовъ и т. д.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

Стр.	*Строка.*	*Напечатано.*	*Должно быть.*
7	13 снизу	такъ при	такъ какъ при
8	4 сверху	спимаютъ	снимаютъ
18	2 снизу	разсматриваемы	разсматриваемыя
20	18 сверху	(фиг. 6).	(фиг. 8).
24	2 —	дистиллированная	дестиллированная
26	7 —	рѣжче	рѣзче
30	7 —	инструментамъ	инструментомъ
—	22 —	тѣля	тѣла
32	17 —	бѣлковыя	бѣлковые
33	26 —	кислотѣ	кислоты
—	30 —	оптически-одноносны	оптически-одноосны.
35	8 —	сѣки	сѣтки
—	13 —	соединяются	соединяется
36	10 снизу	яспаго	яснаго
—	6 —	пего	него
38	16 —	ровную	равную
—	14 —	увелнченія	увеличеніе
—	7 —	стараться	стараться
39	20 сверху	пласмолизе	пласмолизы
—	3 снизу	пигменть	пигментъ
43	2 срерху	тей же	той же
—	15 —	мелкія	мелкіе
45	3 въ объясн. фиг. 17.	Tropacolum	Tropaeolum
46	12 сверху	нередко	нерѣдко
—	14 —	буквѣ	буквы
—	17 —	впечатленіе	впечалѣніе
—	12 снизу	врсмя	время
47	1 сверху	мелькія	мелкія
—	2 —	удлиненные	удлиненныя
—	9 —	Самые обыкновенные	Самыя обыкновенныя
—	5 снизу	ня	на
48	6 сверху	хроматофоръ	хроматофоровъ

Стр.	*Строка.*		*Напечатано.*	*Должно быть.*
48	15	сверху	мыя	мые
—	27	—	экцентрическое	эксцентрическое
49	16	—	пятнышка, представляюшія	пятнышки, представляющія
53	22	снизу	переферическихъ	периферическихъ
58	8	—	нѣкоторые	нѣкоторыя
59	6	—	наружній	наружный
61	17	—	-занныя	-занные
—	10	—	соприкасаются	соприкасается
—	4	—	конновъ	концовъ
64	13	—	пятнышка	пятнышка
75	5	сверху	наружнихъ	наружныхъ
81	9		восковый	восковой
—	10	снизу	—	—
84	18	—	волокнисто-сосудистый	сосудистый
95	1	—	наружній	наружный
100	5	сверху	покрышечнаго	покровнаго
113	14	снизу	сомими	самыми
122	3	сверху	Вп	Въ
123	21	снизу	слѣдуетъ	слѣдуютъ
124	5	сверху	наружнемъ	наружномъ
147	19	—	волокнисто-сосудистаго	сосудистаго
—	2	снизу	—	—
155	14	—	тоньше	тоньшіе
160	13	—	принадлежать	принадлежатъ
171	7	—	удваиваются	удваевается
211	11	—	темнературѣ	температурѣ
216	23	скерху	Разрѣзъ	Разрѣзы
225	2	—	Evera	Errera
—	10	снизу	Кос'омъ	Koch'омъ
243	9	—	(c)	(з)
244	6	сверху	«цистиды»,	«цистиды» (c),
273	7	снизу	срединой	срединной
287	1	сверху	іодрюнъ	іодгрюнъ
289	2	снизу	Goe,	Goe —